

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Topias Kerstinen

## **Rakennesuunnittelun lähtötiedot**

Opinnäytetyö 2016

## Tiivistelmä

Topias Kerstinen

Rakennesuunnittelun lähtötiedot, 60 sivua, 13 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2016

Ohjaajat: lehtori Timo Sihvo, Saimaan ammattikorkeakoulu, vanhempi rakennesuunnittelija Ahti Oinonen, RI-Plan Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen asiakirjapohja suunnittelutoimiston tarpeisiin. Työssä selvitettiin ajantasainen lainsäädäntö ja käytössä olevat standardit ja ohjeet rakennesuunnittelun osalta.

Työssä keskityttiin tavallisiin teräs-, betoni- ja puurakenteisiin rakennuksiin. Pohja toteutettiin Excel-pohjaisena taulukkona, johon lähtötiedot lisättiin kohdekohtaisesti. Opinnäytetyön raportti toimii samalla ohjeena taulukon täyttöön sekä ajantasaisiin suunnitteluperusteisiin ja suunnitteluohjeisiin. Lähtökohtana asiakirjapohjalle toimi *RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje (tekstiosa)* ja *RIL 229-2-2013 Mallipiirustukset ja -laskelmat* sekä toimiston aiempien kohteiden asiakirjat ja toimiston tarpeet asiakirjan sisällön suhteen.

Työn tuloksena asiakirjapohja otettiin käyttöön yrityksessä ja se todettiin käyttökelpoiseksi useassa hankkeessa. Asiakirjapohjan laajuus oli riittävä palvelemaan kaikkia rakennusprojektin osapuolia.

Asiasanat: rakennesuunnittelu, perusteet, lähtötiedot, Eurokoodi

## **Abstract**

Topias Kerstinen

Basics of Structural Design, 60 Pages, 13 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction and Civil Engineering

Structural Design

Bachelor's Thesis 2016

Instructors: Mr Timo Sihvo, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Ahti Oinonen, Senior Structural Engineer, RI-Plan Oy

The objective of the study was to develop a document form for Basics of Structural Design and Implementation for use in structural design offices. The study involved a thorough search of to-date legislation and standards in use.

The topic was limited to steel, concrete and wood structures in building construction. The document form was carried out in a spreadsheet in which to enter the initial data of a project. The report serves as a guide to fill in the form. It also includes references to associations publications, which are commonly used in addition to directives. Publications *RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje* (Guide to Documentation in Structural Design) and *RIL 229-2-2013 Mallipiirustukset ja -laskelmat* (Example Drawings and Calculations) and documents of earlier projects were the basis for creating the form.

As a result of this thesis the form was used in several structural design projects and turned out to be useful. The scope of the document was sufficient to serve all parties of the construction project.

Keywords: structural design, basics, initial data, Eurocode

# Sisällys

1	Johdanto.....	6
2	Suunnittelun lähtökohdat .....	7
3	Kohteen perustiedot .....	8
3.1	Energiatehokkuusluokka.....	8
3.2	Ilmanvuotoluku $q_{50}$ .....	9
3.3	Paloluokka ja palonkestovaatimus .....	9
3.4	Seuraamusluokka .....	11
3.5	Luotettavuusluokka .....	13
3.6	Suunnittelukäyttöikä.....	13
3.7	Rakennesuunnittelun vaativuus ja suunnitelmien laadunvarmistus .....	14
3.8	Hankkeen vaativuusluokka ja erityismenettely.....	16
3.9	Betoniterästen osavarmuuskokien pienentämismahdollisuuden käyttö.....	17
4	Rakennejärjestelmä.....	19
4.1	Maaperä ja geotekninen luokka .....	19
4.2	Perustamistapa .....	20
4.3	Runkorakenteet .....	21
4.4	Väestönsuoja .....	23
5	Suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä .....	23
6	Kuormitukset ja kuormitusyhdistelmät .....	25
6.1	Pysyvät kuormat .....	25
6.2	Hyötykuormat.....	25
6.3	Tuulikuormat .....	28
6.4	Lumikuormat .....	30
6.5	Törmäys- ja onnettomuuskuormat katuliikenteestä.....	31
6.6	Muut liikenteen aiheuttamat onnettomuuskuormat .....	32
6.7	Pelastusteiden kuormat .....	32
6.8	Maanpaine ja maanpaine sekä vedenpaine.....	33
6.9	Väestönsuojan katastrofikuormat.....	33
6.10	Lisävaakavoimat.....	34
6.11	Muut kuormitukset .....	34
6.12	Kuormayhdistelyt.....	34
7	Materiaaliominaisuudet .....	35
7.1	Betonirakenteet.....	35
7.1.1	Toteutusluokka .....	35
7.1.2	Toleranssiluokka .....	36
7.1.3	Rasitusluokat .....	36
7.1.4	Rauditus.....	37
7.1.5	Betonipeite.....	38
7.2	Teräsrakenteet.....	39
7.2.1	Toteutusluokka .....	39
7.2.2	Toleranssiluokka .....	41
7.2.3	Rasitusluokat .....	41
7.2.4	Teräslaadut.....	42
7.2.5	Hitsiluokka .....	42
7.2.6	Pintakäsittely.....	42
7.3	Puurakenteet .....	44

7.3.1 Toteutusluokka .....	45
7.3.2 Toleranssiluokka .....	46
7.3.3 Käyttöluokka .....	47
7.3.4 Liimat .....	48
8 Rakennusfysiikka .....	48
8.1 Rakennuspaikan kosteusriskiluokka .....	48
8.2 Kosteusluokka .....	49
8.3 Vedeneristys .....	50
8.4 Kosteuden hallinta .....	51
8.5 Radonin torjunta .....	52
8.6 Vedenpoiston hallinta.....	52
8.7 Lämmöneristävyys .....	53
8.8 Äänitekniset vaatimukset .....	54
9 Muut rakennesuunnittelun asiakirjat .....	54
10 Pohdinta .....	55
Kuvat, kuviot ja taulukot .....	56
Lähteet .....	58

# 1 Johdanto

Rakennusprojektin rakennesuunnittelu lähtee liikkeelle kohteen perustietojen ja suunnittelun lähtökohtien selvittämisestä. Suunnittelun tulee perustua lakeihin ja asetuksiin. Rakennesuunnittelun tehtävänä on tuottaa rakenteiden suunnittelun kirjalliset asiakirjat (rakennustapa-, rakennus-, valmisosa- ja muut työselostukset), piirustukset, luettelot ja laskelmat, jotka palvelevat kaikkia rakennushankkeen osapuolia.

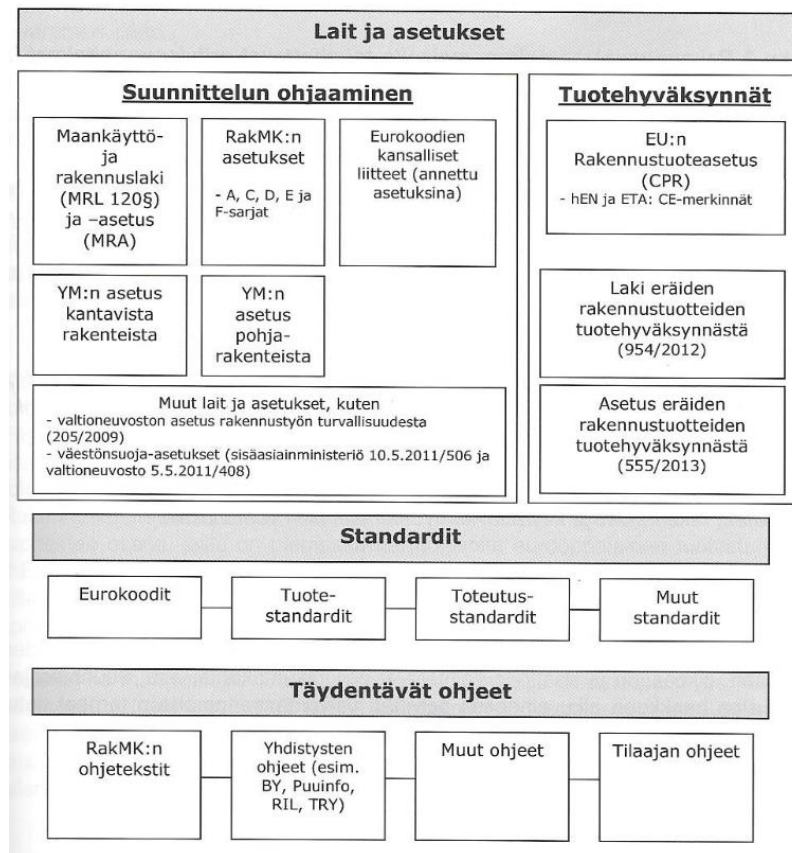
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda rakennesuunnittelutoimiston käyttöön ajantasainen, yhtenäinen asiakirjapohja rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteille. Aiemmin asiakirjan sisältö muotoutui suunnittelija- ja kohdekohtaisesti. Asiakirjapohja kokoaa käytettävät standardit, määräykset ja ohjeet, rakennesuunnittelun vaatimat lähtötiedot ja asiakirja antaa selkeän kokonais kuvan suunnittelun ja toteutuksen perusteista muille osapuolille.

Lähtökohtana asiakirjapohjalle toimi *RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje (tekstiosa)* ja *RIL 229-2-2013 Mallipiirustukset ja -laskelmat* sekä toimiston aiempien kohteiden asiakirjat ja toimiston tarpeet asiakirjan sisällön suhteen. Asiakirjapohja rajattiin koskemaan talonrakennuksen puu-, teräs-, ja betonirakenteita. Pohja on tekstinkäsittelytaulukko, johon tiedot syötetään käsin ja siitä saadaan tulosteena rakennesuunnittelun lähtötietoasiakirja.

## 2 Suunnittelun lähtökohdat

Rakennusprojektin toteutuksen kannalta tärkein tekijä on huolella laaditut suunnitelmat. Suunnitelmien tulee olla ajan tasalla lakien, määräysten ja asetusten osalta. Suunnitelmien laadun määrittää niiden laajuus, perusteellisuus ja selkeys.

Yhtenä rakennesuunnittelun tehtävänä on toteuttaa lähtökohdat kokoava Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja. Kohteen perustiedot saadaan pääsuunnittelijalta ja tilaajalta ja täydentävät tiedot muilta suunnittelijoilta. Kohteen käyttötarkoitus, laajuus, sijainti ja muut tiedot määrittävät rakenteiden suunnittelun reunaehdot. Suunnittelun perusteet tulevat määräyksistä, viranomaisohjeista, standardeista (kuten Eurokoodi), yhdistysten ohjeista ja suosituksista, oppikirjoista, tutkimusjulkaisuista ja tuotevalmistajien omista esitteistä ja käyttöselosteista. (1.)



Kaavio 1. Lait, asetukset, standardit ja täydentävät ohjeet. (1.)

Rakennesuunnittelun tehtävä perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL 120§). Laki koskee alueiden käyttöä, suunnittelua ja rakentamista. Suomen rakentamismääräyskokoelma (myöh. RakMk) käsittää tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelmasta (kantavien rakenteiden ja rakennusosien osalta) on siirrytty ympäristöministeriön asetuksiin ja yhteiseurooppalaisiin standardeihin (Eurokoodit, Eurocode) ja sen kansallisiin liitteisiin. (1.)

*Rakennesuunnittelun tehtävänä on laatia toteutusasiakirjat, jotka sisältävät rakenteiden toteuttamiseksi tarvittavat tekniset tiedot ja vaatimukset. Asiakirjoihin kuuluvat laskelmat, piirustukset, työselostus ja muut selvitykset. Suunnitelmat on toteutettava niin, että rakenteiden lujuus ja vakaus säilyy koko suunnitellun käyttöajan ajan. Rakenteen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuksen ja rakenteen riskialttius sekä mahdollisen vaurion tai vian otaksumat seuraamukset. (2.)*

Yhdistysten, kuten (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry:n (myöh. RIL), Puuinfon ja Teräsrakenneyhdistys TRY:n julkaisut ovat suureksi avuksi suunnittelutyössä, sillä ne kokoavat eri standardit, eurokoodin kansalliset liitteet ja määräykset helppolukuisiksi kokonaisuuksiksi.

### **3 Kohteen perustiedot**

Kohteen lähtötiedot tulevat pääsuunnittelijalta ja tilaajalta. Yleistietoihin kuuluu kohteen tilaaja, kohde, rakennuspaikka, pääasiallinen käyttötarkoitus, laajuustiedot (pinta-alat ja tilavuus), kerrosluku, kerroskorkeus, käyttöikä, energiatehokkuusluokka ja ilmanvuotoluku. Laajuustiedot ja käyttötarkoitus määrittelee rakennuskohteen paloluokan ja rakenteiden muut vaatimukset. (1.)

#### **3.1 Energiatehokkuusluokka**

*RakMk D3*

Energiatehokkuusluokka määritellään rakennuksen laskennallisen kokonaisenergian kulutusta kuvaavan energiatehokkuusluvun avulla. Energiatehokkuusluokkaa kuvataan tunnuksilla A-G. Energiatehokkuusluku eli E-luku lasketaan



jakamalla rakennuksen laskennallinen vuotuinen kokonaisenergiankulutus rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla. LVI-suunnittelija määrittää energiatehokkuusluvun. (3.)

### **3.2 Ilmanvuotoluku $q_{50}$**

*RakMk D3*

Ilmavuotoluku  $q_{50}$  [ $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ] kuvaa rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa suhteessa ulkovaipan pinta-alaan tunnissa 50 Pa:n paine-erolla. Rakennuskohteelle voidaan suunnitteluvaiheessa antaa tavoitearvo. Rakennusvaipan ilmanvuoto voi aiheuttaa ongelmia sisäilman laatuun ja rakenteisiin. Suunnitteluvaiheessa suurin merkitys ilmanvuotoluvulla on energiatehokkuuteen. Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 annetaan maksimiarvoksi  $4,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ . Suositusarvona on alle  $1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ . (3.)

### **3.3 Paloluokka ja palonkestovaatimus**

*RakMK E1, SFS-EN 1991-1-2*

Rakennukset jaetaan RakMk E1 mukaan kolmeen paloluokkaan: P1, P2, P3. Luokassa P1 rakennuksen oletetaan kestävän palossa sortumatta, luokassa P2 vaatimukset ovat alhaisemmat ja luokassa P3 ei aseteta erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen. Paloluokan määrittää käyttötapa, palokuorma, kerros-luku, korkeus, kerrosala ja henkilömäärä. (4.)

Paloluokka määrittää palo-osastoinnin enimmäisalan. Pinta-alaosastoinnissa osaston kokoa rajoitetaan siten, ettei osastossa syttyvä palo aiheuta kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja. Asuinrakennukset osastoidaan pääasiassa huoneistoittain ja muut tilat pinta-alan mukaan. Tuotanto- ja varastotilojen ohjeet ovat RakMk osassa E2 ja autosuojan ohjeet osassa E4. (4.)

Kantavat ja osastoivat rakennusosien palonkestävyysvaatimus ilmoitetaan seuraavilla merkinnöillä: kantavuus (R), tiiveys (E) ja eristävyys (I) ja tämän jälkeen palonkestävyysaika minuutteina (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240). Lisämääre –M tarkoittaa iskunkestävyyttä palotilanteessa. Suojaverhouksen luokat kuvataan merkinnöillä:  $K_1$  10,  $K_2$  10,  $K_2$  30,  $K_2$  60. (4.)

Rakennustarvikkeiden käyttäytyminen palossa ilmaistaan seuraavin merkinnöin (järjestys parhaimmasta huonoimpaan):

- Osallistuminen paloon (A1, A2, B, C, D, E, F) (F = ei määritetty)
- Savuntuotto (s1, s2, s3)
- Palavat pisarat (d0, d1, d2)

Lattiapäällysteiden luokat kuvataan merkinnöillä:

- Osallistuminen paloon (A1<sub>FL</sub>, A2<sub>FL</sub>, B<sub>FL</sub>, C<sub>FL</sub>, D<sub>FL</sub>, E<sub>FL</sub>, F<sub>FL</sub>)
- Savuntuotto (s1, s2)

Pääsuunnittelija määrittelee paloluokan ja osastointivaatimuksen. Rakennesuunnittelijan tehtävä on valita rakennetyypit näiden vaatimusten mukaisesti. RakMk E1 2011 taulukko 6.2.1 sisältää kantavien rakenteiden luokkavaatimukset kantavuuden osalta ja taulukko 7.2.1 osastoivien osalta. Palon kehittymisen rajoittamiseksi valitaan sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset taulukosta 8.2.2 ja ulkopintojen sekä tuuletusraon pintojen vaatimukset taulukosta 8.3.4. Palomuurien luokkavaatimukset valitaan taulukosta 9.2.2 ja ovat käytännössä aina muotoa EI-M. (4.; 5.)

### 3.4 Seuraamusluokka

#### SFS-EN 1990 + AC liite B: Luotettavuuden hallinta rakennuskohteissa

Seuraamusluokka määräytyy kohteen vaurion tai vian seuraamusten vakavuuden mukaan. Rakennuskohteen eri osille riippuen käyttötavasta ja rakenneratkaisuista voidaan määrittää myös eri seuraamusluokat. (6.)

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä
CC3	<b>Suuret</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä kuten • yli 8-kerroksiset <sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset • konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot • raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset Erikoisrakenteet kuten esim. suuret mastot ja tornit Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä
CC2	<b>Keskisuuret</b> seuraamukset hengenmenetysten tai <b>merkittävien</b> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	<b>Vähäiset</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot, kellarit Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa kuten – matalalla olevat alapohjat, ilman kellaritiloja – ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne – sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaa- vat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana – standardin SFS-EN 1993-1-3:n rakenneluokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet. – standardin SFS-EN 1993-1-3:n rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille <sup>3)</sup> .

1) ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2 elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista, toisistaan riippumattomista rakennusosista, määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen.

2) kellarikerrokset mukaan luettuina

3) ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia,

Taulukko 1. Seuraamusluokat (6.)

Onnettomuusrajatilassa seuraamusluokat määritellään SFS-EN 1991-1-7 + AC liitteen A taulukon A.1 mukaan kolmeen eri seuraamusluokkaan.

Taulukko A.1 Seuraamusluokkiin jaottelu

Seuraamusluokka	Rakennuksen tyypin ja käyttötarkoituksen mukainen luokitus
1	Rivitalon tyyppiset rinnakkaisia huoneistoja käsittävät enintään nelikerroksiset talot Maatalousrakennukset Rakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä ja jos mikään rakennuksen osa ei ole muuta rakennusta tai ihmisten käyttämää tilaa rakennuksen puolitoistakertaista korkeutta lähempänä.
2a Melko pienen riskin ryhmä	Rivitalon tyyppiset rinnakkaisia huoneistoja käsittävät 5-kerroksiset talot Enintään 4-kerroksiset hotellit Enintään 4-kerroksiset asuintalot Enintään 4-kerroksiset toimistot Enintään 3-kerroksiset teollisuusrakennukset Enintään 3-kerroksiset vähittäismyymälät, joiden jokaisen kerroksen lattiapinta-ala on alle 1 000 m <sup>2</sup> . Yksikerroksiset oppilaitosrakennukset Kaikki enintään kaksi kerrosta käsittävät julkiset rakennukset, joiden lattiapinta-ala kerrosta kohti on enintään 2 000 m <sup>2</sup> .
2b Melko suuren riskin ryhmä	Yli 4-kerroksiset, mutta enintään 15-kerroksiset hotellit ja asuinrakennukset Yli yksikerroksiset, mutta enintään 15-kerroksiset oppilaitosrakennukset Yli kolmikerroksiset, mutta enintään 15-kerroksiset vähittäismyymälät Enintään 3-kerroksiset sairaalat Yli nelikerroksiset, mutta enintään 15-kerroksiset toimistot Kaikki julkiset rakennukset, joiden lattiapinta-ala kerrosta kohti on yli 2 000 m <sup>2</sup> , mutta enintään 5 000 m <sup>2</sup> . Enintään 6 kerrosta käsittävät pysäköintilaitokset.
3	Kaikki edellä melko pienen tai melko suuren riskin seuraamusluokkaan 2 määritellyt rakennukset, jotka ylittävät kerrosten pinta-alaa tai lukumäärää koskevat rajat Kaikki rakennukset, joihin kokoontuu suuria yleisömääriä Stadionit, joille mahtuu yli 5 000 katsojaa Rakennukset, jotka sisältävät vaarallisia aineita tai joissa käytetään vaarallisia prosesseja.

HUOM. 1 Moneen erityyppiseen tarkoitukseen käytettävän rakennuksen "seuraamusluokka" valitaan suurimman riskin ryhmään kuuluvan osan mukaan.

HUOM. 2 Kerrosten lukumäärää laskettaessa pohjakerroksia ei tarvitse laskea mukaan, mikäli pohjakerrokset täyttävät "seuraamusluokan 2b melko suuren riskin ryhmän" vaatimukset.

HUOM. 3 Taulukko A.1 ei ole kattava ja sitä voidaan muuttaa.

## Taulukko 2. Seuraamusluokat onnettomuusrajatilassa (7.)

### 3.5 Luotettavuusluokka

*SFS-EN 1990 + NA*

Luotettavuusluokka on riippuvainen seuraamusluokasta. Luotettavuusluokka määrittelee kuormakertoimen  $K_{FI}$ , joka tulee huomioida kuormien yhdistelykäävioissa. Käyttörajatila- ja väsytystarkasteluissa kerrointa ei oteta huomioon.

- CC3 -> RC3 ->  $K_{FI} = 1,1$
- CC2 -> RC2 ->  $K_{FI} = 1,0$
- CC1 -> RC1 ->  $K_{FI} = 0,9$

Luotettavuusluokka vaikuttaa valvontatasoon (DSL) ja toteutuksen aikaiseen tarkastamistasoon (IL). Luokat tulevat suoraan seuraamusluokan mukaan, ts. luokassa CC3 valvontataso on DSL3 ja tarkastamistaso IL3. Tasolla 1 riittää (suunnittelijan) itse suoritettava normaali tarkastus ja valvonta, tasolla 2 normaali tarkistus ja valvonta organisaation oman menettelytavan mukaisesti (muun kuin kyseisen suunnittelijan toimesta). Tasolla 3 vaaditaan kolmannen osapuolen suunnittelema laaja tarkastaminen ja valvonta. (6.)

### 3.6 Suunnittelukäyttöikä

Suunnittelukäyttöikä on rakennukselle tai rakennuksen osalle määritelty käyttöiän vaatimus. Rakenteiden tulee lujuuden, käytettävyyden ja stabiiliuden osalta kestää vaaditun käyttöiän ilman kohtuuttomia ylläpitotoimenpiteitä. Käyttöikä saavutetaan kiinnittämällä huomiota seuraaviin seikkoihin: materiaalivalinnat, rakenneratkaisut, toteuttaminen, laadunvalvonta, tarkastaminen, vaatimuksen mukaisuus. Käyttöiän jakauman odotetaan noudattavat log-normaalista muotoa ja suunnittelukäyttöikä oletetaan saavutettavan 95 %:n todennäköisyydellä. (9.)

Suunniteltu käyttöikä ei tarvitse olla sama kaikille rakennusosille. Vanhassa rakennuksessa ulkoseinät ja julkisivu uusitaan todennäköisesti huomattavasti aikaisemmin kuin kantavat runkorakenteet tai perustukset. Rakenteille, joiden korjaaminen on vaikeaa että kallista, valitaan yleensä pidempi käyttöikä. (9.)

Suunnittelun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuosia)	Esimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet <sup>(1)</sup>
2	10...25	Vaihdettavissa olevat rakenteen osat, esim. nosturiratapalkit, laakerit
3	15...30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talonrakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat ja muut maa- ja vesirakennuskohteet

<sup>(1)</sup> Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pidetä tilapäisinä.

### Taulukko 3. Rakennusten ja rakenneosien ohjeellisia suunnittelukäyttöikä (6.)

Betonirakenteiden osalta siirryttäessä 50 vuoden käyttöiästä 100 vuoden käyttöikään joudutaan kiinnittämään erityishuomiota mm. halkeiluun, suojabetonietäisyyteen, lujuusluokkaan, betonilaatuun ja virumaan. Kuormituksissa pidentetty käyttöikä 50 vuodesta 100 vuoteen vaikuttaa lumi- ja tuulikuormiin käyttöiän huomioivalla kertoimella. (31.)

Betoninormissa by50 on esitetty kaksi tapaa käyttöikämitoitukseen:

- taulukkomitoitus, 50 ja 100 vuotta (*by50, taulukot 4.7 ja 4.8*)
- laskennallinen mitoitus, 50-200 vuotta (*ISO 15686-1 ja by50, liite 4*)

### 3.7 Rakennesuunnittelun vaativuus ja suunnitelmien laadunvarmistus

Kesäkuun 1. päivä 2015 astui voimaan Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä, joka korvasi RakMk A2 suunnittelutehtävien vaativuutta koskevan luvun 4. Uuden asetuksen luokat rakennesuunnittelun vaativuudessa ovat:

- vähäinen
- tavanomainen
- vaativa
- poikkeuksellisen vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä

Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista (YM1/601/2015) erittelee vaatimusluokkien sisällöt rakennesuunnittelutehtävien, kantavien rakenteiden, pohjarakenteiden, ilmanvaihdon, vesi- ja viemärlaitteiston ja rakennusfysikaalisten suunnittelutehtävien sekä kosteusvaurion korjaussuunnittelutehtävien osalta. (10.; 11.)

## **Suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset (MRL 120 e §)**

Suunnittelijoiden on oltava luonnollisia henkilöitä. Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksena on

1. vähäisessä suunnittelutehtävässä rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen;
2. tavanomaisessa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu tutkinto, joka on vähintään aiemman tekniikan tai sitä vastaavan tutkinnon tasoinen, sekä vähintään kolmen vuoden kokemus avusta suunnittelutehtävissä;
3. vaativassa suunnittelutehtävässä kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto sekä vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja vähintään kahden vuoden kokemus avustamisesta vaativissa suunnittelutehtävissä;
4. rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan kelpoisuusvaatimuksena poikkeuksellisen vaativassa suunnittelutehtävässä on kyseiseen suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ylempi korkeakoulututkinto sekä vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä.

Suunnittelun vaativuudet voidaan määrittää rakenneosittain. Pätevyyden arviointia varten on alalle kehitetty vapaaehtoinen puolueeton pätevyyden arviointijärjestelmä (FISE ry), joka helpottaa viranomaisia suunnittelijoiden pätevyyden ja hankekohtaisen kelpoisuuden arvioinnissa sekä tilaajaa valitsemaan kohteelle sopivat suunnittelijat. (1.)

### 3.8 Hankkeen vaativuusluokka ja erityismenettely

RIL 241-2007

Rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi kohteissa, joissa rakennushankkeen vahinkojen seuraamukset ovat vakavia ja hankkeen suunnittelu on vaativaa, tulee hankkeelle tehdä rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio. Riskiarvion jälkeen todetaan tarve erityismenettelylle ja sitä seuraaville toimenpiteille. Riskitasoluokka R määrittää vahinkojen seuraamusluokka S ja hankkeen vaativuusluokka V mukaan. (12.)



Taulukko 4. Riskitasoluokka, seuraamusluokka ja vaativuusluokka. (12.)

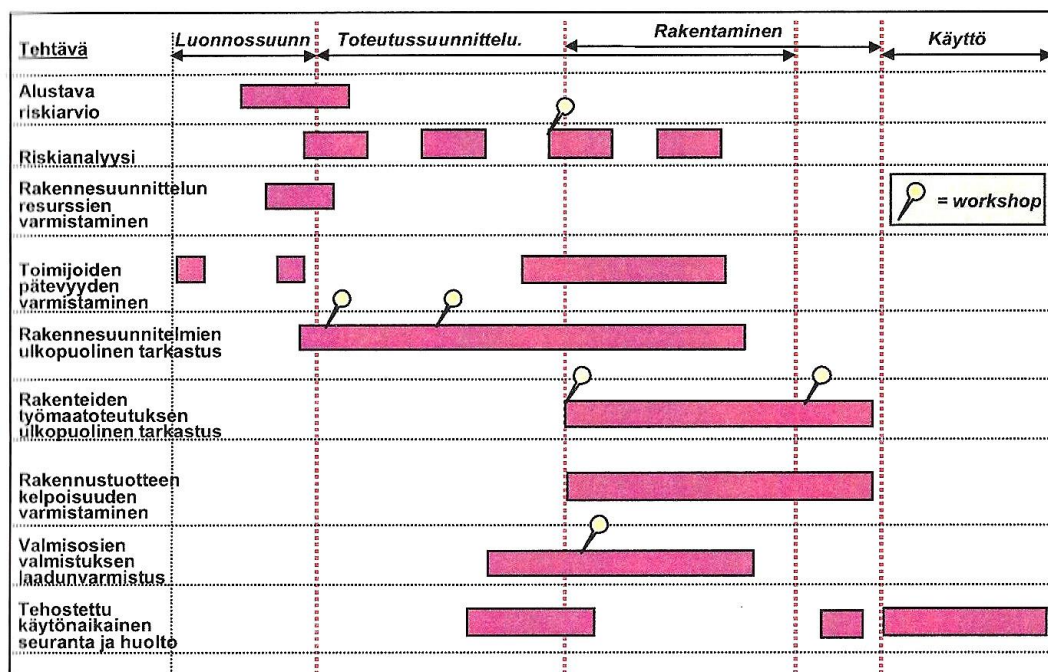
- Riskitasoluokka R = 3: Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin
- Riskitasoluokka R = 2: Hanke kuuluu erityismenettelyn piiriin erikoistapauksissa
- Riskitasoluokka R = 1: Erityismenettelyä ei tarvita



Hankkeen vaativuus (V, vaativuusluokka)	Vahingon seuraamus (S, seuraamusluokka)		
	Suuri (3)	Keskisuuri (2)	Vähäinen (1)
Suuri (3)	3	3	2
Keskisuuri (2)	3	2	1
Vähäinen (1)	2	1	1

Taulukko 5. Riskitasoluokat (R) (12.)

Alustavan riskiarvion jälkeen erityismenettelyssä laaditaan riskianalyysi ja ryhdytään muihin vaadittaviin toimenpiteisiin. Liitteessä 1 on esimerkki rakennushankkeen alustavasta riskiarviosta.



Kuva 1. Erityismenettelyn toimenpiteet ja niiden ajoitus (12.)

Erityismenettelystä on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 150 d § Erityismenettely. Kuntakohtaisesti rakennusvalvonta päättää, mille kohteille tulee suorittaa riskiarvio.

### 3.9 Betoniterästen osavarmuuslukujen pienentämismahdollisuuden käyttö

SFS-EN 1992-1-1 liitteessä A annetaan mahdollisuus osavarmuuskertoimien pienentämiseen paikalla valettuihin rakenteisiin ja valmisosiin. Pienennysmah-

dollisuus perustuu laadunvalvonnan tehostamiseen, mittapoikkeaman pienentämiseen ja betonin lujuuden arviointiin.

Suositusarvot pienennetyille eli redusoiduille osavarmuusluvuille ja muuntoker-toimelle ovat:

Laadunvalvonnan tehokkuuteen perustuvat pienennykset:

- $\gamma_{S,red1} = 1,10$
- $\gamma_{C,red1} = 1,40$  (NA arvo 1,35)

Mittatietoihin perustuvat pienennykset:

- $\gamma_{S,red2} = 1,05$
- $\gamma_{C,red2} = 1,45$

Valmiista rakenteesta suoritettavaan betonin lujuuden arviointiin perustuvat pienennykset:

- $\gamma_{C,red3} = 1,35$
- $\gamma_{C,red4} = 1,30$  (NA arvo 1,20)
- $\eta = 0,85$  (betonin materiaaliosavarmuuden muuntokerroin)

Betonin osavarmuusluku ei kuitenkaan voi olla pienempi kuin osavarmuusluku  $\gamma_{C,red4}$ . Kertoimen  $\eta$  käyttö edellyttää betonin lujuuden testaamista standardin EN 13791, EN 206-1 tai asianomaisen tuotestandardin mukaisesti. (13.)

*Jos betonin lujuuden arvioinnissa valmiista rakenteesta on lujuusvaatimuksessa jo otettu huomioon kerroin  $\eta$  (EN 13791:  $\eta = 0,85$  tai RakMK B4 6.3.3.4: Vertailulujuus 1-luokan rakenteissa vähintään 85 % ja 2-luokan rakenteissa vähintään 80 % nimellislujuudesta) ei betonin osavarmuuslukua  $\gamma_C$  saa enää pienentää muuntokertoimella  $\eta$ . (14.)*

## 4 Rakennejärjestelmä

Rakennejärjestelmän valintaan vaikuttaa määräysten reunaehdot, kuormitukset, kustannukset, työtekniset seikat sekä arkkitehtuuri. Suunniteltu käyttöikä tulee huomioida rakenneosien huollettavuudessa ja vaihdettavuudessa.

Rakennustuotteet kantavissa rakenteissa tulee olla tuotehyväksytyjä. Hyväksynnälle on kaksi päämenettelyä: CE-merkintä ja hyväksyntä kansallisten hyväksyntämenettelyjen kautta. CE-merkintä perustuu EU:n Rakennustuoteasetukseen 305/2011. Hyväksyntäperusteille ja poikkeuksille löytyy ohjeet julkaisusta RIL 229-1-2013 osasta 2.2.3 Tuotehyväksyntä ja CE-merkintä. Valmisosien (elementtien) tekniset tiedot ja vaatimukset saadaan toimittajalta. (1.)

### 4.1 Maaperä ja geotekninen luokka

*SFS-EN 1997 + NA*

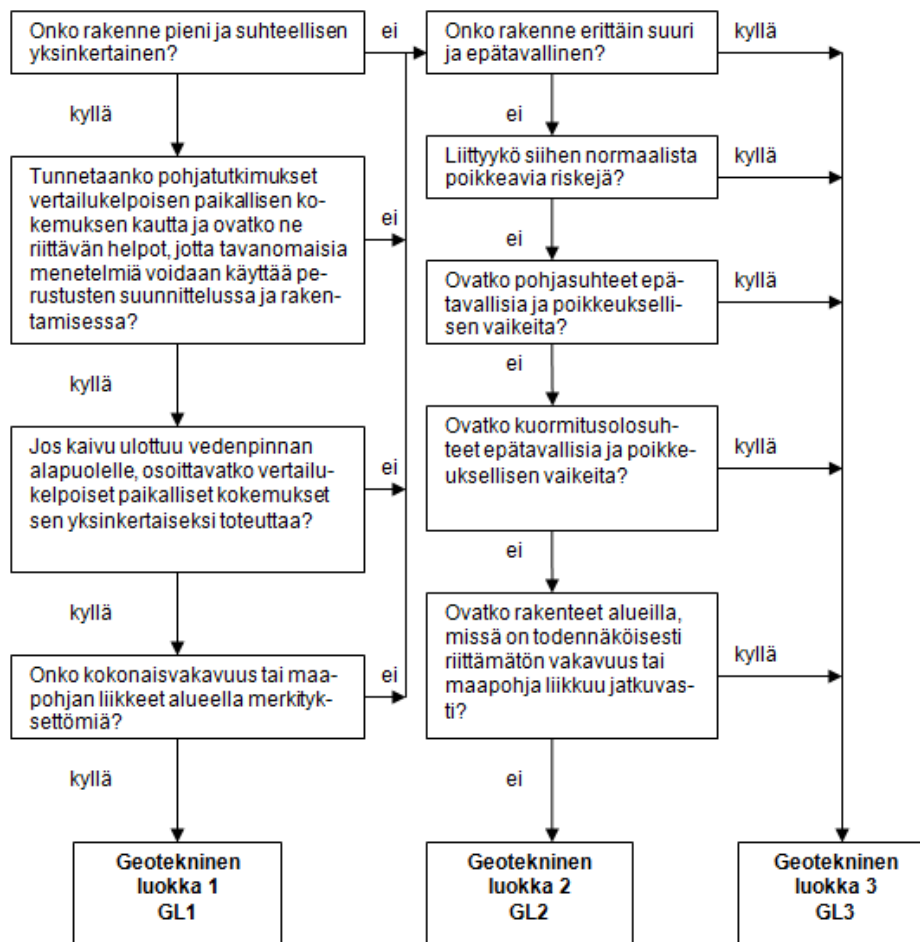
Maaperän koostumus selvitetään yleensä pohjatutkimuksella. Maaperän ominaisuudet ja kantokyky määrittävät perustamistavan. Maaperätutkimusten tarpeellisuutta vähäisissä kohteissa voidaan harkita, jos alueella on tehty useita aiempia tutkimuksia ja ne voidaan olettaa pätevän kyseisessä kohteessa. Tällöin työmaakatselmuksissa tulee todeta maaperän yhdenmukaisuus.

Geotekniset luokat ovat SFS-EN 1997 + NA (15.) mukaan:

- GL1 - helpot kohteet
- GL2 - vaativat kohteet
- GL3 - erittäin vaativat kohteet

Perustuskohtaiset erityispiirteet luokittain on lueteltu Paalutusohjeessa PO-2011 (RIL 254-1-2011). Paalutusohje sisältää suunnittelun perusteet ja paalutuksen yleiset periaatteet. (16.)

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014) määrää pohjarakenteiden suunniteltavan ja toteutettavan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus koko suunnitellun käyttöiän ajan. Rakenteiden haitalliset painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset on pysyttävä hallittuina. (17.)



Taulukko 6. Geoteknisen luokan valintataulukko. (16.)

## 4.2 Perustamistapa

Perustamistapalausunto perustuu yleensä pohjatutkimukseen. Lausunnon voi antaa pohja- tai rakennesuunnittelija. Rakenteiden suunnittelu- ja toteutusasiakirjaan kirjataan pohja- ja pohjavesiolosuhteet ja paalutettavissa kohteissa paalujen tyypit ja kapasiteetit.

Eurokoodissa SFS-EN 1997 + NA on esitelty maaperän geoteknisen kantokyvyyden mitoitusastat DA2\* ja DA2. Mitoitustapaa DA2 käytettäessä osavarmuusluvut kohdistetaan kuormien ominaisarvoihin mitoituslaskelman alussa ja koko laskelma tehdään mitoitusarvoilla. Mitoitustavassa DA2\* tehdään koko laskelma ominaisarvoilla ja osavarmuuslukuja käytetään vasta laskelman lopussa murtorajatilaehto tarkistettaessa. Mitoitustapaa DA2\* käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota perustuksen vakavuuden varmistamiseen. (15.)

Pohjatutkimuksella selvitetään paalutuksen tarve. Paalutustyyliä ovat PTL1, PTL2 ja PTL3. Luokka määritellään PO-2011 (RIL 254-2011, s.99) mukaan seuraamusluokan ja geoteknisen luokan mukaan. Pohjatutkimus on ulotettava niin syvälle ja laajalle alueelle, että tunnistetaan kaikki maapohjan muodot ja kerrostuma, joilla voi olla vaikutusta paalutustyyliin, ja tunnetaan maan lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet. (16.)

**Taulukko 4.18. Paalutustyyliä PTL1, PTL2 ja PTL3 tavanomaisessa rakentamisessa.**

Geotekninen luokka, ks. kohta 2.3	Seuraamusluokka, ks. SFS-EN 1990		
	CC1	CC2	CC3
GL1*	PTL1...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL2...(PTL3)
GL2	PTL1...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL3
GL3	PTL2...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL3

\*ei ole yleensä paaluttamista edellyttävä kohde

Taulukko 7. Paalutustyyliä tavanomaisessa rakentamisessa (RIL 254-1-2011, taulukko 4.18)

Paalutustyyliä valitaan kohteen pohjaolosuhteiden, yläpuolisten rakenteiden, maapohjan siirtymien ja paalutusalueen ja ympäristön rakenteiden ja olosuhteiden mukaan. Seuraavaksi määritetään paalujen geoteknisen kestävyysmitoitustarvon ja paalujen rakenteellisen kestävyysmitoitustarvon mukaan paalun kestävyys. Paaluperustus tulee suunnitella sen päälle tulevien rakenteiden mukaan kokonaisuudessaan edullisimmaksi ja sopivimmaksi. Pohjarakenne- ja paalutuskatselmuksista kuntien rakennusvalvonnat antavat tarkemmat lisätiedot. (16.)

### 4.3 Runkorakenteet

Asiakirjaan määritetään rakennusosien tyypit, toteutustapa (paikalla rakennettu vai valmisosa tai elementti) ja näiden materiaalit. Kantaviin ja jäykistäviin rakenteisiin luetaan pilarit, seinät ja vaakarakenteet. Tärkein on määritellä rakennuksen jäykistämistapa. Lisäksi määritellään täydentävät rakenteet, kuten liikuntasaumat, julkisivut, väliseinät, tekninen tila, varastot ja vesikatto. (18.)

Rakenteiden mitoituksessa yhtenä määrävänä tekijänä on taipuman tai siirtymän rajoittaminen käyttörajatilassa. Teräsrakenteiden eurokoodin kansallinen

liite määrittelee raja-arvot, joita voidaan soveltaa myös muihin rakenteisiin. Liittorakenteille on annettu kansallisessa liitteessä raja-arvot liittorakenteiden taipumille.

Rakenne	Taipuman tai siirtymän raja-arvo
Pääkannattajat -vesikatoissa ja katoksissa -välipohjissa	L/300 L/400
Ulokkeet	L/150
Katto-orret	L/200
Seinäorret	L/150
Muotolevyt -katoissa, joissa ei ole vesikeräytymien tai katteen vaurioitumisen vaaraa -katoissa, joissa vesikeräytymien tai katteen vaurioitumisen vaara on olemassa -kun $L \leq 4,5$ m -kun $4,5 \text{ m} < L \leq 6,0$ m -kun $L > 6,0$ m -välipohjissa -seinissä -ulokkeissa	L/100   L/150 30 mm L/200 L/300 L/100 L/100
Rakenteen vaakasiirtymän rajatila -1 ja 2 kerroksiset rakennukset -muut rakennukset	H/150 H/400
L on jänneväli H on rakennuksen tarkasteltavan kohdan korkeus	
Rakennukset, jossa on nosturirata, ks. standardi SFS-EN 1993-6 ja sen kansallinen liite	

#### Taulukko 8. Taipumien raja-arvot (27.)

Stabiiliteetin ja jäykistävien rakennusosien rasitusten laskenta tulee suorittaa huolella. Nykyään laskennan voi suorittaa tehokkaasti siirtämällä tietomallinnettu rakennemalli FEM-laskentaohjelmaan, johon määritellään liittostyytit ja kiertymäkyvyn ja kantavuuden vapausasteet. Tavanomaiset kohteet voidaan laskea edelleen perinteisin käsinlaskentamenetelmin.

Jäykistävien rakenteiden tehtävä on säilyttää rakennuksen stabiilius ja riittävä jäykkyys kaikissa tilanteissa ja siirtää vaakakuormat jäykistäville pystyrakenteille. Jäykistys on suunniteltava myös asennusaikaisesti niin, että rakentaminen on turvallista. Toisen kertaluvun vaikutukset (SFS-EN 1992-1-1) on otettava huomioon (elleivät ne ole alle 10 % ensimmäisen kertaluvun vaikutuksista).  
(19.)

Yleisimmät jäykistysjärjestelmät ovat mastojäykistys (mastopilarit, mastoseinät, jäykistystorni), kehäjäykistys, levyjäykistys, ristikkojäykistys ja näiden yhdistelmät. Yhdistelmistä yleisimmät ovat levy- ja mastopilarijäykistys sekä mastoseinä- ja ristikkojäykistys. (20.)

#### **4.4 Väestönsuoja**

Pelastuslaissa (379/2011) määritellään väestönsuojan rakentamis- ja kunnostamisvelvollisuus ja valtioneuvoston asetuksessa väestönsuojista (408/2011) on tärkeimmät määräykset väestönsuojan rakenteesta ja vaatimuksista. Rakentamisvelvollisuus ei koske tilapäisiä, enintään viisi vuotta käytössä olevia rakennuksia. (21.)

Sisäasiainministeriö antoi uuden asetuksen toukokuussa 2011 väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta (506/2011). Väestönsuojien käytössä olevat luokat ovat S1, S2 ja kallioväestönsuoja. Asetuksessa määritetään esimerkiksi betonirakenteiden vaatimukset, raudoitusterästen halkaisija- ja jakovaatimukset, varusteet ja laitteet. (22.)

### **5 Suunnittelu- ja toteutusjärjestelmä**

Kantavat rakenteet suunnitellaan eurokoodien SFS-EN 1990, SFS-EN 1991, SFS-EN 1992 ja SFS-EN 1997 sekä näiden standardien Suomen kansallisten liitteiden mukaan. Jatkuvan sortuman estäminen toteutetaan SFS-EN 1991-1-7 + NA ja NCCI:n luokan 2(b) mukaisesti.

Rakennusosien toteutukseen sovelletaan kansallisia SFS- ja eurooppalaisia SFS-EN-standardeja. Standardien käyttö yhtenäistää käytännöt ja työskentely ja laadunvalvonta on kaikille osapuolille helpompaa.

#### **Jatkuva sortuma**

Seuraamusluokassa 1 ei vaadita muuta erityistarkastelua onnettomuuskuormien varalta. Seuraamusluokassa 2a käytetään lisäksi vaakasiteitä ja vaakarakenteet ankkuroidaan seiniin. Seuraamusluokissa 2b ja 3a käytetään vaakasiteitä sekä kaikissa kantavissa pilareissa ja seinissä käytetään pystysiteitä. Pystyrakenteet sidotaan vaakarakenteeseen tai tarkastetaan, ettei rakennus menetä

stabiliteettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa vaikka rakennuksesta poistettaisiin mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai kantavan seinän lohko. (7.)

Seuraamusluokassa 3b tehdään riskiarviointi, jossa huomioidaan ennakoitavat ja ennakoimattomat vaaratilanteet. Riskiarvioinnin tuloksesta riippumatta tarkastetaan, ettei rakennus menetä stabiliteettiaan eikä paikallinen vaurioituminen ylitä hyväksyttävää rajaa vaikka rakennuksesta poistettaisiin mikä tahansa tukipilari, pilaria tukeva palkki tai kantavan seinän lohko. Jos hyväksyttävän vaurion raja ylittyy, rakenne täytyy suunnitella avainasemassa olevana rakenneosana. (7.)

Lisäksi vaaka- ja pystysiteiden käytöstä ohjeistetaan seuraavasti:

- Jatkuvan sortuman estämiseksi jokainen välipohja ja yläpohja sidotaan sen ympäri kiertävillä rengassiteillä ja toisiaan vastaan kohtisuorilla sisäpuolisilla siteillä. Siteet tehdään jatkuvina mahdollisimman lähelle välipohjien reunoja sekä pilari- ja seinälinjoja. Siteet voivat olla puuta tai teräs- tai alumiiniprofiileja, betonirakenteiden betoniteräksiä tai liittolaattojen verkkoraudoitteita ja teräsohutlevyistä tehtyjä liittolevyraudoituksia, mikäli leikkausliittimet yhdistävät ne suoraan teräspalkkeihin. Siteinä voidaan käyttää myös näiden yhdistelmiä. (23.)
- Pilarit ja seinät varustetaan jatkuvalla sidonnalla perustuksista yläpohjan tasalle. Pilareiden ja kantavien seinien on kestettävä yhdestä kerroksesta kertyvä onnettomuustilanteen vetovoima, jonka mitoitusarvo on pystysuuntaisten kuormien mitoitusarvojen reaktioista suurin. Vetovoiman ankkurointi tehdään yläpuoliseen kerrokseen. (23.)

Käytetyt laskentamenetelmät ja -ohjelmat merkitään asiakirjapohjaan ja laskelmat esitetään erillisessä asiakirjassa.



## 6 Kuormitukset ja kuormitusyhdistelmät

SFS-EN 1990-1, ohjeet RIL 201

Eurokoodi määrittelee laskennalliset kuormien ominaisarvot. Kuormien määrittely on rakenneosien valinnan ja mitoituksen lähtökohta. Perustusten mitoitus ja valinta riippuu rakennuspohjan kantavuuden ja rakennuksen rasituksista. (6.)

### 6.1 Pysyvät kuormat

SFS-EN 1991-1-1

Pysyvät kuormat muodostuvat käytännössä rakenteiden omista painoista. SFS-EN 1990-1-1 määrittelee rakenneosille tilavuuspainot, joita käytetään, ellei toisin voida osoittaa. Tehdasvalmisteisten rakennusosien kohdalla kuormatietoina käytetään valmistajan ilmoittamia arvoja. (24.)

### 6.2 Hyötykuormat

SFS-EN 1991-1-1

Tasojen hyötykuormat määritellään käyttöluokkien mukaan. Luokat ovat A-K, joista A-D kuvaa asuin-, majoitus-, toimisto-, kokoontumis- ja myymälätilojen kuormituksia, luokka E varasto- ja tuotantotilojen kuormia, luokat F ja G liikennöintialueiden ja luokat H, I ja K vesikaton kuormia. (24.)

Luokka	Käyttötarkoitus	Esimerkki
A	Asuin- ja majoitustilat	Asuinrakennusten huoneet, sairaaloiden potilas- ja toimenpidehuoneet, hotellien ja retkeilymajojen makuuhuoneet, keittiöt ja WC:t.
B	Toimistotilat	
C	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua (poikkeuksena luokkiin A, B, ja D kuuluvat tilat) <sup>1)</sup>	<b>C1:</b> Tilat, joissa on pöytiä yms. esim. koulut, kahvilat, ravintolat, ruokasalit, lukusalit, vastaanottotilat. <b>C2:</b> Tilat, joissa on kiinteät istuimet, esim. kirkot, teatterit, elokuvateatterit, konferenssisalit, luentosalit, kokoussalit, odotussalit, asemien odotustilat. <b>C3:</b> Tilat, joissa ei ole liikkumista rajoittavia esteitä, esim. museo- ja näyttelytilat, julkisten rakennusten ja toimistorakennusten, hotellien ja sairaaloiden eteistilat, asemahallit. <b>C4:</b> Liikuntatilat, esim. tanssisalit, voimistelusalit ja näyttämöt. <b>C5:</b> Tilat, joihin voi syntyä tungosta esim. yleisötapatumien rakennuksissa; tällaisia ovat konserttisalit, urheiluhallit mukaan luettuina katsomot, terassit ja eteistilat sekä rautatielaiturit.
D	Myymätilat	<b>D1:</b> Tavallisten vähittäiskauppojen tilat. <b>D2:</b> Tavaratalojen tilat.

<sup>1)</sup> On syytä kiinnittää huomiota kohtaan 6.3.1.1(2), erityisesti luokkien C4 ja C5 osalta. Standardissa EN 1990 esitetään, milloin dynaamiset vaikutukset on tarpeen ottaa huomioon. Luokkaa E koskevat tiedot ovat taulukossa 6.3.

HUOM. 1 Aiotusta käyttötarkoituksesta riippuen tilat, jotka todennäköisesti sijoitettaisiin luokkaan C2, C3 tai C4, voidaan tilaajan päätöksellä tai kansallisen liitteen perusteella sijoittaa luokkaan C5.

HUOM. 2 Kansallisessa liitteessä luokat A, B, C1...C5, D1 ja D2 voidaan jakaa alaluokkiin.

HUOM. 3 Varasto- ja teollisuustiloja tarkastellaan kohdassa 6.3.2.

Taulukko 9. Hyötykuormien kuormaluokat (24.)

Hyötykuormille ilmoitetaan ominaisarvot EC 1991-1-1 taulukossa 6.2. Kansallisessa liitteessä annetaan taulukossa 6.2 (FI) Suomessa käytettävät arvot:

**Taulukko 6.2 (FI)** Rakennusten välipohjien, parvekkeiden ja portaiden hyötykuormat

Kuormitettujen tilojen luokat	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Luokka A</b>		
– Välipohjat	2,0	2,0
– Portaات	2,0	2,0
– Parvekkeet	2,5	2,0
<b>Luokka B</b>	2,5	2,0
<b>Luokka C</b>		
– C1	2,5	3,0
– C2	3,0	3,0
– C3	4,0	4,0
– C4	5,0	4,0
– C5	6,0	4,0
<b>Luokka D</b>		
– D1	4,0	4,0
– D2	5,0	7,0

**Taulukko 10.** Hyötykuormien ominaisarvot Suomessa (24.)

Vaikka kuormille on määritetty ominaisarvot, tulee rakennuskohteen käyttötarkoituksen perusteella varmistaa kuormien arvojen riittävyys. Myymälöiden ja varastojen kuormat saattavat vaihdella suuresti. Erityiskuormitukset selvitetään tilaajalta.

Rakenteiden kuormia laskettaessa tulee huomioida vaakasuuntaiset voimat. Kansallisen liitteen taulukko 6.12 (FI) määrittää Suomessa käytettävät arvot:

**Taulukko 6.12 (FI)** Väliseimien ja kaiteiden vaakakuormat:

Kuormitettu tila	$q_k$ tai $Q_k$
<b>Luokka A</b>	0,5 kN/m
<b>Luokat B ja C1</b>	0,5 kN/m
<b>Luokat C2 ... C4 ja D</b>	1,0 kN/m
<b>Luokka C5</b>	3,0 kN/m
<b>Luokka E</b>	1,0 kN/m
<b>Luokka F</b>	katso liite B *)
<b>Luokka G</b>	katso liite B *)
Huom: Luokan E tiloissa vaakakuormat riippuvat käyttöasteesta. Tämän vuoksi kuorman $q_k$ arvo määritellään vähimmäisarvona ja tarkistetaan kyseisen käyttöasteen mukaan. *) Liitteen B mukaisen menettelyn sijasta rakenteille, jotka eivät toimi törmäysesteinä, voidaan käyttää ekvivalenttia staattista kuormaa, jonka suuruudeksi oletetaan luokassa F vähintään 5 kN ja luokassa G vähintään 25 kN.	

**Taulukko 11.** Vaakakuormat (24.)

## Hyötykuormien kerrosvähennykset

Eurokoodin 1991-1-1 kansallinen liite antaa mahdollisuuden kahteen eri kerrosten lukumäärään perustuvaan hyötykuormavähennykseen. (24.)

### Pilarit ja seinät

*Kun pilareihin tai seiniin vaikuttaa useasta kerroksesta tulevia hyötykuormia, kokonaishyötykuormaa voidaan pienentää käyttämällä pienennyskerrointa  $\alpha_n$ .*

Pienennystekijä  $\alpha_n$  määritetään yhtälön (6.2 FI) avulla:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} \quad (6.2 \text{ FI})$$

missä

$n$  on kuormitettujen kantavien osien yläpuolella olevien samaan luokkaan kuuluvien kerrosten lukumäärä ( $> 2$ ).

$\psi_0$  on standardin EN 1990 kansallisen liitteen taulukon A1.1 (FI) mukainen kerroin

Kaava 1. Pienennystekijä  $\alpha_n$  (SFS-EN 1991-1-1 NA, kohta 6.3.1.2(11))

### Pinta-alavähennys

Pinta-alavähennys  $\alpha_A$  lasketaan yhdistelykertoimen  $\psi_0$  ja kuormitusalueen  $A$  perusteella. Pienennyskerrointa voidaan käyttää ainoastaan kuormien ominaisyhdistelyissä, ei muissa käyttörajatiloissa eikä onnettomuustilanteiden tarkasteluissa.

Pienennystekijä  $\alpha_A$  luokkia A ... D varten määritetään yhtälön (6.1 FI) avulla:

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0 \quad \text{kuitenkin vähintään } 0,8 \quad (6.1 \text{ FI})$$

missä

$\psi_0$  on standardin EN 1990 kansallisen liitteen taulukon A1.1 (FI) mukainen kerroin,

$A_0$  on  $10,0 \text{ m}^2$  ja

$A$  on kuormitusalue

Muissa luokissa pienennystekijä  $\alpha_A = 1,0$ .

Kaava 2. Pienennystekijä  $\alpha_A$  (SFS-EN 1991-1-1 NA, kohta 6.3.1.2(10))

*Pienennystekijää  $\alpha_A$  voi soveltaa vain palkki- ja laattarakenteelle. Pienennystekijää ei saa kuitenkaan soveltaa rakenteille, jotka mitoitetetaan yhteen suuntaan kantavina laattoina tai vaakarakenteille, jotka liittyvät pystyrakenteisiin jäykästi tai osittain jäykästi kiinnitettynä. Jatkuvilla vaakarakenteilla kuormitusalue A lasketaan kenttäkohtaisesti. Pysty- ja vaakarakenteen liitos mitoitetetaan aina ilman pienennystekijää. (24.)*

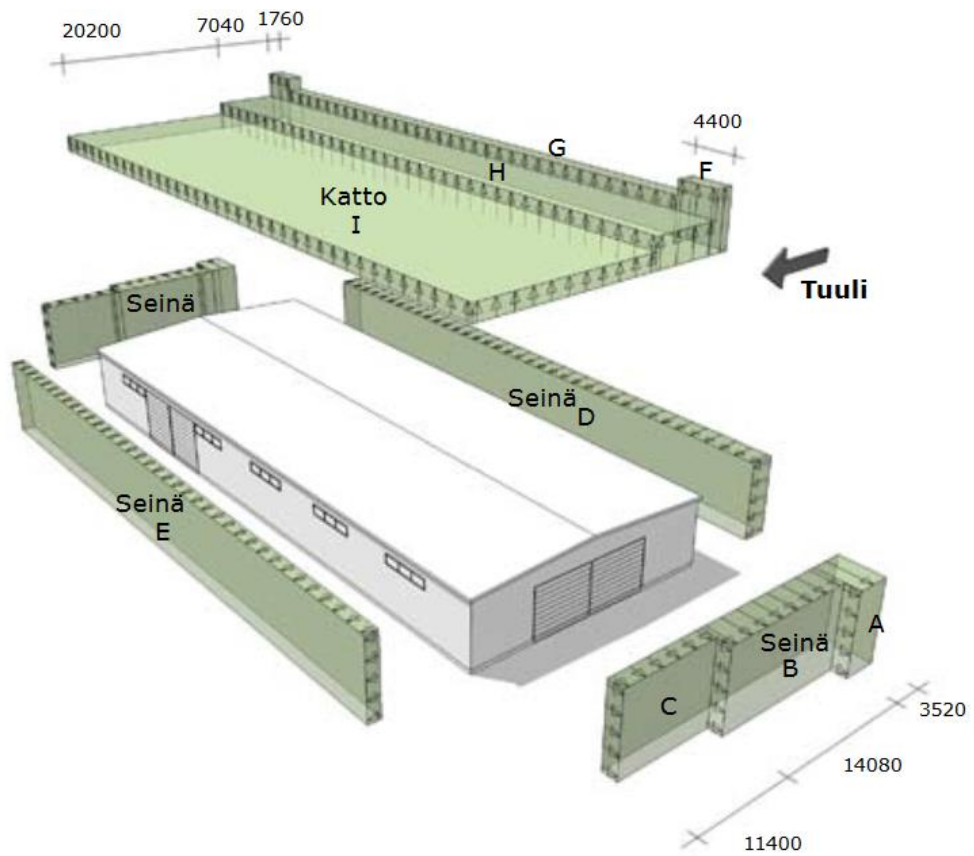
### 6.3 Tuulikuormat

*SFS-EN 1991-1-4 + NA, RIL 201*

Rakenteisiin vaikuttavat tuulikuormat lasketaan eurokoodin ohjeiden mukaisesti. Rakenteiden lujuuslaskennassa halutaan selvittää tuulikuorman aiheuttama imu tai paine neliömetriä kohden. Laskentaa varten määritetään maastoluokka, puuskanopeuspaine  $q_p(z)$ , rakennekerroin  $c_s c_d$  ja voimakerroin  $C_f$ . Laskennassa käytetään rakennuksen sisä- ja ulkopuolisia painekertoimia  $C_{pi}$  ja  $C_{pe}$ . (25., 29.)

- Maastoluokat 0, I, II, III, IV kuvaavat maaston epätasaisuutta ja ympäristön suojaavuutta, esimerkiksi rakennustiheyttä.
- Puuskanopeuspaine kertoo tuulen aiheuttaman paineen neliömetrille.
- Rakennekerroin  $c_s c_d$  on rakenteen koon ja mittasuhteet sekä puuskien dynaamiset vaikutukset huomioiva kerroin.
- $C_f$ -kerroin on kokonaisvoimakerroin, johon vaikuttaa rakennuksen hoikkuus ja muoto.

Tuulikuormien laskennassa painekertoimilla otetaan huomioon tuulen pyörteisyys ja tuulen aiheuttama imu rakennuksen sisä- ja ulkopuolilla. Tällä simuloidaan tuulen aiheuttamaa todellista käyttäytymistä. Katoksissa ja rakennuksen avonaisissa osissa tulee tuuli huomioida myös rakennetta nostavana tekijänä.



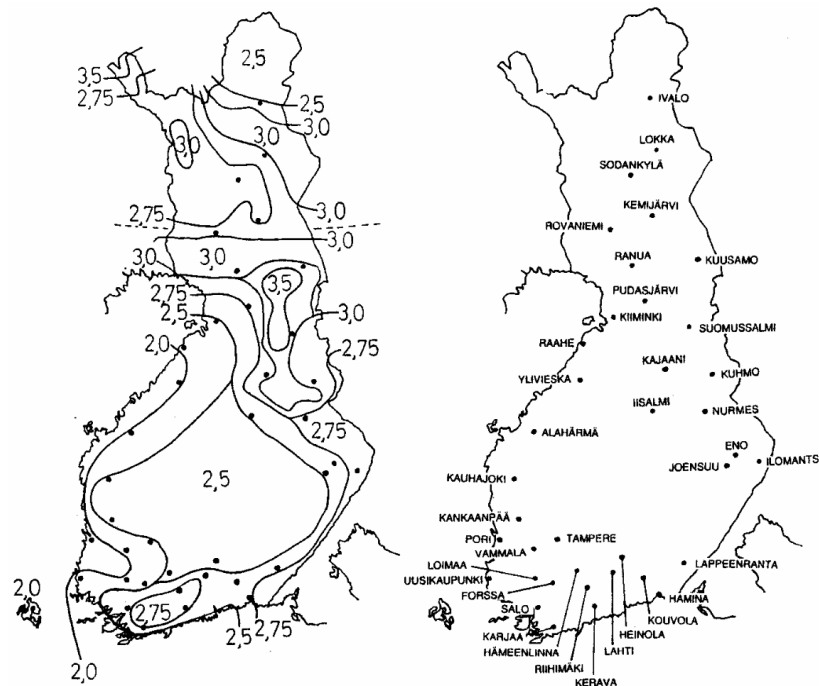
Kuva 2. Hallirakennuksen painesuhteita (Puuinfo: EC 5 Sovelluslaskelmat: Hallirakennus, ote kuvasta 10) (42.)

## 6.4 Lumikuormat

SFS-EN 1991-1-3 + NA

Lumikuormien laskennassa tarvittavat lähtötiedot ovat lumikuorman ominaisarvo maassa  $s_k$ , tuulensuojaisuuskerroin  $C_e$ , lämpökerroin  $C_t$  ja muotokerroin  $\mu$ . Lumikuormaa katolla ilmaistaan tunnuksella  $s$  (yksikkö  $\text{kN/m}^2$ ). Lumikuorman laskukaava normaaleissa olosuhteissa on:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$



Kuva 3. Lumikuorman ominaisarvo maan pinnalla (27.)

Lumikuorma muuttuu sääolosuhteiden mukaan. Kuormaa voidaan vaihtelun vuoksi pienentää kertoimilla  $\psi$ , joiden arvot Suomessa ovat:

- Yhdistelyarvo  $\psi_0 = 0,70$
- Tavallinen arvo  $\psi_1 = 0,40$  (kun  $s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$ )
- Tavallinen arvo  $\psi_1 = 0,50$  (kun  $s_k > 2,75 \text{ kN/m}^2$ )
- Pitkäaikaisarvo  $\psi_2 = 0,20$

Lisähuomiona eurokoodin kansallisessa liitteessä ilmoitetaan  $\psi_0 = 0$  ulkotasoilla ja parvekkeilla kuormaluokkien A, B, F ja G yhteydessä.

Maastotyyppi	$C_e$
Tuulinen <sup>a</sup>	0,8 <sup>*)</sup>
Normaali <sup>b</sup>	1,0
Suojainen <sup>c</sup>	1,0
<sup>a</sup> <i>Tuulinen maasto</i> : laakea, esteetön, joka puolelle avoin alue, jolloin maasto, korkeat rakennuskohteet tai puut eivät suojaa tai suojaavat vain vähän. <sup>b</sup> <i>Normaali maasto</i> : alue, jolla rakennuskohteeseen vaikuttava tuuli ei maaston, muiden rakennuskohteiden tai puiden takia huomattavasti poista lunta. <sup>c</sup> <i>Suojainen maasto</i> : alue, jolla tarkasteltava rakennuskohde on huomattavasti alempana kuin ympäröivä maasto tai se on korkeiden puiden tai itseään korkeampien rakennuskohteiden ympäröimä. <sup>*)</sup> Katoilla, joiden lyhempi sivumitta on yli 50 metriä, kerroin $C_e$ on kuitenkin 1,0	

Taulukko 12. Eri maastotyyppien yhteydessä käytettävät kertoimen  $C_e$  suositellavat arvot (27.)

Muotokerroin  $\mu$  ottaa huomioon lumen pysyvyyden katolla sekä seinän vieriin kinostuvan lumen. Lumikuormia laskettaessa on oltava tarkkana, sillä eurokoodin yleisen osan ja Suomen kansallisen liitteen välillä on suuria eroavaisuuksia. Eurokoodin liitettä B ei käytetä ollenkaan ja poikkeuksellista kinostumaa ilmiönä ei huomioida. Monet kertoimet ja raja-arvot on määritetty kansallisesti varsin erilailla. (26.; 27.)

## 6.5 Törmäys- ja onnettomuuskuormat katuliikenteestä

*SFS-EN 1991-1-7 + NA*

Törmäyskuormat tulee huomioida pysäköintitaloissa, rakennuksissa, joissa ajoneuvot ja haarukkatrukit kulkevat sekä tie- ja rautatieliikenteen välittömässä läheisyydessä. Törmäävän kohteen oletetaan absorboivat kaiken törmäysenergian. Seuraamusluokassa CC1 ei tarkastella rakennuksia törmäysten varalta. Eurokoodin kansallinen liite määrittelee normaalit törmäyskuormat ja antaa mahdollisuuden käyttää pienennyskerrointa taajamien teiden ja katujen osalta. (23.)

Liikenteen luokka	Kuorma $F_{dx}^a$ [kN]	Kuorma $F_{dy}^a$ [kN]
Moottoritiet sekä valta- ja kantatiet	1000	500
Maantiet	750	375
Taajamien tiet ja kadut	500	250
Pihat ja autotallit, joihin:		
– henkilö- ja pakettiautot pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	25	25
– kuorma-autot <sup>c</sup> pääsevät kulkemaan <sup>b</sup>	75	75
<sup>a</sup> x = normaali liikenteen suunta, y = normaalin liikenteen suuntaa vastaan kohtisuoraan. <sup>b</sup> Jos piha-alueen ajoneuvoliikenteelle tarkoitetun osan reunan ja rakenteen vaakasuora välimatka on vähintään 2,0 m, ei rakennetta tarvitse mitoittaa ajoneuvon törmäyskuormalle. <sup>c</sup> Termi "kuorma-auto" tarkoittaa ajoneuvoja, joiden suurin bruttopaino on yli 3,5 tonnia.		

Taulukko 13. Ajoväylän yläpuolella tai vieressä olevia rakenteita tukeviin rakennuksiin ajoneuvon törmäyksestä aiheutuvat ohjeelliset ekvivalentit staattiset mitoituskuormat talorakenteille (23.)

## 6.6 Muut liikenteen aiheuttamat onnettomuuskuormat

*SFS-EN 1991-1-7 + NA, NCCI 1*

Liikenneviraston ohjeita 23/2010 "Eurokoodien sovellusohje, siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet - NCCI 1" sisältää ohjeet liikennekuormien laskennasta eurokoodin mukaisesti.

Onnettomuuskuormista ohjeessa käsitellään erikseen osassa F kaiteen törmäyskuormat, alittavan tieliikenteen törmäyskuorma siltojen päällysrakenteisiin, suistuneen junan aiheuttamat onnettomuuskuormat, laivaliikenteen aiheuttamat onnettomuuskuormat (28).

## 6.7 Pelastusteiden kuormat

Pelastustiekuormat määrittää pelastusviranomainen kuntakohtaisesti. Pelastustielle määritellään yleensä neliökuorma sekä pelastusajoneuvon tukijalan aiheuttama pistekuorma.



## 6.8 Maanpaine ja maanpaino sekä vedenpaine

Maaperän olosuhteet määritellään pohjatutkimuksen mukaisesti. Geotekninen suunnittelu perustuu Ympäristöministeriön asetukseen pohjarakenteista (465/2014) ja eurokoodeihin SFS-EN 1997. (15.; 17.)

## 6.9 Väestönsuojan katastrofikuormat

Painekuormat:

- S1-luokka:  $100 \text{ kN/m}^2$  painekuorma (katto, lattia, ympäröivät seinät) ja  $25 \text{ kN/m}^2$  sortumakuorma hätäpoistumisreitien katolle
- S2-luokka:  $200 \text{ kN/m}^2$  painekuorma maanalaiselle osalle (katto, lattia, ympäröivät seinät)
- S2-luokka:  $400 \text{ kN/m}^2$  painekuorma maanpäälliselle osalle (katto, lattia, ympäröivät seinät)
- Kallioväestönsuoja:  $300 \text{ kN/m}^2$  painekuorma (ympärysseinät, raitis- ja poistumisilmakuilut),  $600 \text{ kN/m}^2$  painekuorma (kalliokatto)
- S2-luokkaan ja kallioväestönsuojaan liittyvät muut rakenteet ja tilat mitoitetaan  $100 \text{ kN/m}^2$  painekuormalle
- Painekuormille altistuvat rakenteet tulee mitoittaa takaisinheilahduskuormalle, joka on yksi kolmasosa painekuormasta

Tärähdyskuormitukset ja muut kuormitukset:

- S1-luokka: tärähdyskuorma mielivaltaisesta suunnasta, suuruus väestönsuojan rakenteen massa kaksinkertaisena
- S2-luokka ja kallioväestönsuoja:
  - Pystysuuntainen kuormitus:  $q_v = (1 \pm n_y)(g + q) + q_l$
  - Vaakasuuntainen kuormitus:  $q_h = \pm n_h g$

Kaavoissa  $g$  on rakenteen omapaino,  $q$  on rakenteiden kuormitusmääräysten mukaisten, suojautumisen aikana vaikuttavien pitkäaikaisten vaimentamattomien kuormien summa sekä  $q_l$  on tärähdyskuormien vaimentimilla varustetuista laitteista johtuvat pitkäaikaiset kuormat.

Välipohjan oleskelukuormasta otetaan huomioon yksi kolmasosa. Kuormitusten osavarmuuskerroin on 1. S2-luokan teräsbetoni- ja kallioväestönsuojan kertoimen  $n$  arvot ovat seuraavat (22):

	S2- teräsbetonisuoja		kalliosuojat
Suoja kalliossa	$n_y$	3	4
Suoja maassa	$n_y$	2	-
Suoja kalliossa	$n_h$	2	3
Suoja maassa	$n_h$	1	-

### 6.10 Lisävaakavoimat

Rakenteen alkuvinoudesta johtuvat lisävaakavoimat voidaan määrittää kahdella eri laskentatavalla. Toinen on RIL 144:n mukainen menettelytapa ja toinen on teräs- ja betonirakenteiden eurokoodeissa määritetty menettelytapa, jota voidaan soveltaa muihinkin materiaaleihin. Lisävaakavoimien laskenta kuuluu rakennelaskelmiin.

### 6.11 Muut kuormitukset

*RIL 201-2-2011*

Käyttökohteesta riippuen muut tarkisteltavat kuormat ovat nostureiden, koneiden, liikenneväylien, haarukkatrukkien, varastojen aiheuttamat kuormat. Väsyttävät ja dynaamiset kuormat sekä siilot ja säiliöt vaativat omat erikoistarkastelunsa. Joissain tilanteissa vaaditaan räjähdyskuormien tarkastelu. (30.)

### 6.12 Kuormayhdistelyt

*RIL 201-1-2011*

Kuormitusyhdistelmät vaihtelevat rajatilan mukaan. Tarkasteltavat rajatilat ovat murto-, käyttö, palo- ja onnettomuusrajatilat.

Kuormitusyhdistelmistä valitaan epäedullisimmat ja rakenteet mitoitetaan niiden mukaan. Yhdistelmissä kuormat kerrotaan kuormituksen pitkäaikaisuuden ja edullisuuden huomioivilla kertoimilla. (29.)

## **7 Materiaaliominaisuudet**

### **7.1 Betonirakenteet**

*SFS-EN 1992-1-1, SFS-EN 1992-1-2*

Betonirakenteiden suunnittelussa noudatetaan standardia SFS-EN 206 ja Betoniyhdistyksen julkaisun by50 Betoninormit 2012 ohjeita. Suunnitellun käyttöiän vaatimukset 50 ja 100 vuoden osalta on taulukoitu by50 taulukoissa 4.6 ja 4.7, antaen raja-arvot rasitusluokittain vesi-sementtisuhteen, vähimmäislujuusluokan, vähimmäissementtimäärän ja ilmamäärän osalta. (31.; 32.)

#### **7.1.1 Toteutusluokka**

SFS 13670, SFS 5975

Betonirakenteiden toteuttamiselle asetetut vaatimukset jaetaan rakenteiden vaativuuden mukaan kolmeen toteutusluokkaan. Toteutusluokat on esitetty toteutusstandardissa SFS-EN 13670. Toteutusluokat koskevat työmaalla valmistettavia betonirakenteita ja -elementtejä. Valmisosat tuotteissa toteutusluokat koskevat vain asennusta. (34.)

Toteutusluokka valitaan seuraamusluokkien mukaan seuraavasti:

- Seuraamusluokan CC2 rakenteet kuuluvat vähintään toteutusluokkaan 2.
- Seuraamusluokan CC3 rakenteet kuuluvat toteutusluokkaan 3.
- Korkealujuusbetonista valmistettavat rakenteet kuuluvat toteutusluokkaan 3. Korkealujuusbetoni määritellään standardissa SFS-EN 206. Korkealujuusbetonina pidetään betonia, jonka lujuusluokka on suurempi kuin C50/60, jos betoni on normaalipainoista.
- Ne rakenteet ja rakenneosat, joiden toteutus katsotaan erityisen vaativaksi tai joiden valmistaminen niiden rakenteellisen toiminnan varmistamiseksi edellyttää erityistä huolellisuutta, kuuluvat toteutusluokkaan 3.
- Jos rakenteiden suunnittelussa on käytetty toleranssiluokkaa 2 ja sen mahdollistamia pienennettyjä osavarmuuslukuja, rakenteen toteutus kuuluu toteutusluokkaan 3.

Toleranssiluokan 2 käyttö toteutusluokassa 3 on vapaaehtoista. Osavarmuusluokja voidaan kuitenkin pienentää vain toteutusluokassa 3 ja vain silloin, kun käytettäväksi määritellään toleranssiluokka 2.

Toteutusluokan 1 betonirakenteiden kantavuutta suunniteltaessa saadaan käyttää korkeintaan betonin lujuusluokkaa C20/25. (33.)

Rakennuskohteen valvonnalla ja tarkastuksella on todennettava, että rakenne on toteutuseritelmän mukainen. (34.)

- Toteutusluokassa 1 tarkastuksen voi tehdä työn suorittaja.
- Toteutusluokassa 2 omavalvonnan lisäksi vaaditaan sisäinen järjestelmällinen ja säännöllinen tarkastus.
- Toteutusluokassa 3 omavalvonnan ja sisäisen järjestelmällisen sekä säännöllisen tarkastuksen lisäksi saatetaan vaatia toteuttajan tekemää tarkastusta, joka on kansallisten sääntöjen ja/tai toteutussuunnitelman mukainen. Tämän laajennetun tarkastuksen voi tehdä myös toinen yritys, jolloin kyseessä on riippumaton tarkastus.

(33.)

### **7.1.2 Toleranssiluokka**

Toleranssiluokkia on kaksi. Toleranssiluokkaa 2 noudatetaan, kun rakenteiden mitoituksessa käytetään pienennettyjä materiaaliosavarmuusluokja (katso SFS-EN 1992-1-1 Liite A ja Suomen kansallinen liite). Muussa tapauksessa käytetään toleranssiluokkaa 1. (33.)

Rakenneosien sallitut mittapoikkeamat toleranssiluokittain on esitetty standardissa SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteutus (34).

### **7.1.3 Rasitusluokat**

Rasitusluokat määritellään valmistusstandardin SFS-EN 206 osassa 4.1. Rasitusluokan määrittää rakenteen altistuminen kemiallisille tai fysikaalisille rasituksille. (32.)

- X0 – ei korroosion tai syöpymisrasituksen riskiä
- XC – karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio
- XD – kloridien aiheuttama korroosio, kloridit muualta kuin merivedestä
- XS – kloridien aiheuttama korroosio, kloridit merivedestä
- XF – jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä
- XA – kemiallinen rasitus

Rasitusluokkien perusteella valittu betonin koostumus varmistaa rakenteiden säilyvyyden ja suunnitellun käyttöiän.

Taulukko F.1 Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien suositeltavat raja-arvot

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosio- tai syöpymis-riskiä	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäädytys-sulatusrasitus				Aggressiivinen kemiallinen ympäristö		
						Merivesi			Muun kuin meriveden kloridit									
	X0	XC 1	XC 2	XC 3	XC 4	XS 1	XS 2	XS 3	XD 1	XD 2	XD 3	XF 1	XF 2	XF 3	XF 4	XA 1	XA 2	XA 3
Suurjn sallittu w/c <sup>a)</sup>	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Vähimmäis-lujuusluokka	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Vähimmäis-sementti-määrä <sup>c)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	–	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Vähimmäis-ilmamäärä (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	–	–	–
Muut vaatimukset	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Standardin EN 12620 mukainen kiviaines, jolla on riittävä jäädytys-sulatuskestävyys				–	Sulfaattikestävä sementti <sup>b)</sup>	

<sup>a)</sup> Jos lisähuokostusta ei käytetä, betonin toiminnalliset ominaisuudet olisi testattava sopivalla testausmenetelmällä vertaamalla sitä betoniin, jonka jäädytys-sulatuskestävyys ko. rasitusluokassa on osoitettu.

<sup>b)</sup> Jos ympäristön sulfaattipitoisuus johtaa rasitusluokkiin XA2 ja XA3, on ehdottomasti käytettävä standardin EN 197-1 tai täydentävien kansallisten standardien mukaista sulfaattikestävää sementtiä.

<sup>c)</sup> Jos käytetään k-arvomenetelyä, suurinta sallittua vesi-sementtisuhdetta ja vähimmäissementtimäärää muunnetaan kohdan 5.2.5.2 mukaisesti.

a) Jos lisähuokostusta ei käytetä, betonin toiminnalliset ominaisuudet olisi testattava sopivalla testausmenetelmällä vertaamalla sitä betoniin, jonka jäädytys-sulatuskestävyys ko. rasitusluokassa on osoitettu.

b) Jos ympäristön sulfaattipitoisuus johtaa rasitusluokkiin XA2 ja XA3, on ehdottomasti käytettävä standardin EN 197-1 tai täydentävien kansallisten standardien mukaista sulfaattikestävä sementtiä.

c) Jos käytetään k-ravonmenettelyä, suurinta sallittua vesi-sementtisuhdetta ja vähimmäissementtimäärää muunnetaan kohdan 5.2.5.2 mukaisesti.

Taulukko 14. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien suositeltavat raja-arvot (SFS-EN 206, taulukko F.1) (32.)

## 7.1.4 Raudoitus

### SFS-EN 10080

Raudoituksessa käytetään pääasiassa standardisoituja betoniteräksiä. Standardisoiduille betoniteräksille vaaditaan laadunvalvontasopimus VTT:n kanssa.

Standardin mukaan harjatangot B500B ja A500HW ovat täysin vaihtokelpoiset suunnittelussa. Teräslaatu B500B voidaan käyttää A500HW sijasta ilman mitään lisätoimenpiteitä, jos A500HW:lle sallittavia kaikkein pienimpiä taivutussähteitä ei käytetä. (37.)

Betonikeskuksen tiedotteessa 18.5.2009 suositellaan merkitsemään suunnitelmiin eurokoodisuunnittelussa A500HW sijaan ”B500B, A500HW tai muu standardin SFS 1268 vaatimukset täyttävä betoniteräs” (38).

Nostolenkeissä käytetään yleensä sileitä pyörötankoja S235JRG2 ja S355J0. Korkealujuusteräksistä käytetyimmät ovat A700HW (hitsattava kuumavalssattu harjatanko) ja B700K (kylmämuokattu harjatanko).

Tuotteen nimitys	Tuotteen tunnus	Standardi
Hitsattava kuumavalssattu harjatanko	A500HW	SFS 1215
Kylmämuovattu harjatanko	B500K	SFS 1257
Hitsattava kuumavalssattu harjatanko	B500B	SFS 1268
Hitsattava kuumavalssattu harjatanko	B500C1	SFS 1269
Kylmämuovattu ruostumaton harjatanko	B600KX	SFS 1259

Taulukko 15. Yleisimmin käytetyt raudoiteteräokset

### 7.1.5 Betonipeite

Raudoituksen ruostumisen estämiseksi ja riittävän tartunnan vuoksi betoniteräksille on määritettävä riittävä betonipeite. Betonipeite suojaa myös rakennetta tulipalotilanteessa. (35.)

Betonipeitepaksuutta ja kiviaineksen suurinta sallittua raekokoa ei tarvitse ilmoittaa rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen asiakirjassa. Suunnittelun lähtötietoina ne on silti hyvä tiedostaa ja määrittää ajoissa. Betonipeitteen vähimmäispaksuus riippuu käyttöiästä ja rasitusluokasta sekä korroosioherkkyydestä.

Rasitusluokka	Betonipeitteen vähimmäisarvo 50 vuoden käyttöiälle [mm]		Betonipeitteen vähimmäisarvo 100 vuoden käyttöiälle [mm]	
	Korroosioherkkä raudoitus	Muu raudoitus	Korroosioherkkä raudoitus	Muu raudoitus
<b>XC0</b>	10	10	10	10
<b>XC1</b>	20	10	20	10
<b>XC2</b>	30	20	35	25
<b>XC3, XC4</b>	35	25	40	30
<b>XS1, XD1</b>	40	30	45	35
<b>XS2, XD2</b>	45	35	50	40
<b>XS3, XD3</b>	50	40	55	45

Taulukko 16. Betonipeitteen vähimmäisarvo (35.)

## 7.2 Teräsrakenteet

SFS-EN 1993-1-1

Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus, Eurocode 3-oppikirja (TRY)

### 7.2.1 Toteutusluokka

SFS-EN 1090-2 + A1, kohta 4.1.2:

Toteutusluokka valitaan käyttöluokan, toteutusluokan ja toleranssiluokan mukaan. Standardissa on neljä toteutusluokkaa, EXC1...EXC4, joista EXC1 on vaativin. Toteutusluokan ei tarvitse olla yksi ja sama rakenteen kaikissa osissa ja se voi koskea koko rakennetta, rakenteen osaa tai tiettyjä yksityiskohtia.

Käyttöluokkaan vaikuttavat riskit liittyvät käyttötekijöihin, jotka aiheutuvat rakenteeseen tai rakenneosaan kohdistuvista asennuksen ja käytön aikaisista kuormista. Tuotantoluokkaan vaikuttaa tuotannon aikaiset riski- ja vaativuustekijät. (36.)

Käyttö- ja tuotantoluokkia on kaksi. Käyttöluokat ovat SC1 ja SC2 ja tuotantoluokat ovat PC1 ja PC2, ja näiden valintakriteerit selviävät standardin taulukoista.

Taulukko B.1 Käyttöluokille ehdotettavat kriteerit

Luokat	Kriteerit
<b>SC1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan pääosin vain staattisille kuormituksille (Esimerkki: Rakennukset)</li><li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille matalan seismisen aktiviteetin perusteella ja luokassa DCL*</li><li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan nostureista aiheutuville väsytytkuormille (luokka S<sub>0</sub>)**</li></ul>
<b>SC2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Rakenteet ja kokoonpanot, jotka suunnitellaan standardin EN 1993 mukaisille väsytytkuormille. (Esimerkkejä: Maantie- ja rautatiesillat, nosturit (luokat S<sub>1</sub>...S<sub>9</sub>)**, rakenteet, jotka ovat alttiina tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuville värähtelyille)</li><li>– Rakenteet ja kokoonpanot ja niiden kiinnitykset, jotka suunnitellaan seismisille vaikutuksille keskimääräisen tai korkean seismisen aktiviteetin perusteella ja luokissa DCM* ja DCH*</li></ul>
*	DCL, DCM, DCH: standardin EN 1998-1 mukaisia sitkeysluokkia.
**	Ks. nostureista aiheutuvien väsytytkuormitusten luokittelu standardeista EN 1991-3 ja EN 13001-1.

Rakenne tai rakenteen osa voi sisältää kokoonpanoja tai rakenteellisia yksityiskohtia, jotka kuuluvat eri käyttöluokkiin.

Taulukko 17. Käyttöluokat (36.)

**Taulukko B.2 Tuotantoluokille ehdotettavat kriteerit**

Luokat	Kriteerit
<b>PC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Terästuotteista valmistetut kokoonpanot, joissa ei ole hitsejä</li> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on alempi kuin S355</li> </ul>
<b>PC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hitsatut kokoonpanot, jotka on valmistettu terästuotteista, joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän</li> <li>– Rakenteellisen toimivuuden kannalta tärkeät kokoonpanot, jotka kootaan hitsaamalla työmaalla</li> <li>– Kokoonpanot, jotka valmistetaan kuumamuovaamalla tai joita lämpökäsitellään valmistuksen aikana</li> <li>– Pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokokoonpanot, joissa putkien päitä joudutaan leikkaamaan erityiseen muotoon.</li> </ul>

Rakenne tai rakenteen osa voi sisältää kokoonpanoja tai rakenteellisia yksityiskohtia, jotka kuuluvat eri tuotantoluokkiin.

**Taulukko 18. Tuotantoluokat (36.)**

Toteutusluokan määrittämiseen suositeltava menettely on kolmivaiheinen:

- vauriosta tai sortumisesta ennustettavien inhimillisten, taloudellisten tai ympäristöllisten seuraamusten perusteella ilmaistun seuraamusluokan valinta (ks. standardi EN 1990)
- käyttöluokan ja tuotantoluokan valinta (ks. taulukot B.1 ja B.2)
- toteutusluokan määrittäminen taulukosta B.3 vaiheiden a) ja b) tulosten perusteella.

Toteutusluokat koskevat elementtirakentamisessa vain työmaita, eivät betoni-valmisosia (36).

**Taulukko B.3 Suositusmatriisi toteutusluokan määrittämiseen**

Seuraamusluokat		CC1		CC2		CC3	
Käyttöluokat		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Tuotantoluokat	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC4
<sup>a</sup> Toteutusluokkaa EXC4 käytetään kansallisten sääntöjen edellyttämällä tavalla erityisrakenteille tai rakenteille, joiden vaurio voi aiheuttaa äärimmäisiä seuraamuksia.							

**Taulukko 19. Toteutusluokan valinta (36.)**



## 7.2.2 Toleranssiluokka

Olennaiset toleranssit jaetaan kahteen luokkaan: luokka 1 ja luokka 2, joka on näistä tiukempi. Toleranssit on määritelty erikseen valmistustoleranssien ja toiminnallisten toleranssien osalta standardissa *SFS-EN 1090-2 + A1 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus, liite D*. (36.)

## 7.2.3 Rasitusluokat

*SFS-EN ISO 12944-2*

Teräsrakenteiden rasitusluokan mukaan saadaan valittua oikea suojamaaliyhdistelmä. Luokittelu perustuu vakioikkapaleiden paino- tai paksuushäviöön. (39.)

Taulukko 1 Ilmastorasitusluokat ja esimerkkejä tyypillisistä ympäristöistä

Rasitusluokka	Painohäviö pinta-alayksikköä kohden/paksuushäviö (ensimmäinen koestusvuosi)				Esimerkkejä tyypillisistä ympäristöistä lauhkeassa ilmastossa (vain opastava)	
	Niukkahiillinen teräs		Sinkki		Ulkona	Sisällä
	Painohäviö g/m <sup>2</sup>	Paksuushäviö µm	Painohäviö g/m <sup>2</sup>	Paksuushäviö µm		
C1 hyvin lievä	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	–	Lämmitetyt rakennukset, joissa puhtaat ilmatilat, esim. toimistot, kaupat, koulut, hotellit.
C2 lievä	> 10...200	> 1,3...25	> 0,7...5	> 0,1...0,7	Ilmatilat, joissa epäpuhtauksien määrä on alhainen. Enimmäkseen maaseutualueita.	Lämmittämättömät rakennukset, joissa voi esiintyä kondensoitumista, esim. varastot, urheiluhallit.
C3 kohtalainen	> 200...400	> 25...50	> 5...15	> 0,7...2,1	Kaupunki- ja teollisuusilmatilat, joissa kohtalainen rikkidioksidikuormitus. Rannikkoalueet, joilla alhainen suolapitoisuus.	Tuotantotilat, joissa korkea kosteuspitoisuus ja jossain määrin epäpuhtauksia ilmassa, esim. elintarviketehtaat, pesulat, panimot, meijerit.
C4 ankara	> 400...650	> 50...80	> 15...30	> 2,1...4,2	Teollisuusalueet ja rannikkoalueet, joilla suolapitoisuus on kohtalainen.	Kemianteollisuuden tuotantolaitokset, uima-altaat, rannikolla sijaitsevat telakat ja veneveistämöt.
C5-I hyvin ankara (teollisuus)	> 650...1500	> 80...200	> 30...60	> 4,2...8,4	Teollisuusalueet, joilla kosteus on korkea ja ilmatila on syövyttävä.	Rakennukset tai alueet, joilla kondensoituminen on miltei jatkuvaa ja saasteiden määrä korkea.
C5-M hyvin ankara (meri)	> 650...1500	> 80...200	> 30...60	> 4,2...8,4	Rannikkoalueet ja rannikon ulkopuoliset alueet, joilla suolapitoisuus on korkea.	Rakennukset tai alueet, joilla kondensoituminen on miltei jatkuvaa ja saasteiden määrä korkea.
HUOMAUTUKSIA						
1 Rasitusluokissa käytetyt häviöarvot ovat yhtäpitävät standardin ISO 9223 arvojen kanssa.						
2 Kuumien ja kosteiden vyöhykkeiden rannikkoalueilla paino- ja paksuushäviöt voivat ylittää luokan C5-M rajat. Suojamaaliyhdistelmän valintaan on kiinnitettävä erityisesti huomiota.						

Taulukko 20. Ilmastorasitusluokat (39.)

Taulukko 2 Ympäristöluokat upotetuille ja maanalaisille rakenteille

Luokka	Ympäristö	Esimerkkejä ympäristöstä ja rakenteista
Im1	Makea vesi	Jokirakenteet, vesivoimalat
Im2	Meri- tai murtovesi	Satama-alueen rakenteet kuten pato- ym. luukun aukot, portit, sulkulaitteet, laiturit; offshore-rakenteet
Im3	Maaperä	Maanalaiset säiliöt, teräspaalut, teräsputket

Taulukko 21. Ympäristöluokat (39.)

#### 7.2.4 Teräslaadut

Asiakirjapohjaan on esitötetty yleisimmät käytössä olevat teräslaadut, kuten esimerkiksi S235JR, S355J2, AISI304/1.4301, AISI316/1.440.

#### 7.2.5 Hitsiluokka

*SFS-EN ISO 5817*

Yksinkertaistettu valintataulukko hitsausluokan valintaan:

- EXC1 hitsiluokka D
- EXC2 yleensä hitsiluokka C, paitsi hitsiluokka D seuraaville virhetyypeille "Reunahaava" (5011, 5012), "Pintapalon valuma" (506), "Sytytysjälki" (601) ja "Avoin imuontelo" (2025)
- EXC3 hitsiluokka B
- EXC4 hitsiluokka B+, joka tarkoittaa hitsiluokkaa B tietyin lisävaatimuksin (vaativin luokka)

Hitsiluokkien hitsausvirheille asettamat raja-arvot löytyy selkeästä taulukosta standardissa SFS-EN ISO 5817 luokille D, C ja B.

#### 7.2.6 Pintakäsittely

*ISO 8501-3, ISO 12944-1...-6*

Standardissa ISO 8501-3 määritetään kolme esikäsitteystastetta teräsrakenteille pintojen virheellisyyteen hitsien, leikkaussärmien ja teräspintojen suhteen. Esikäsitteystasteet ovat:

- P1 – Kevyt esikäsitteily
- P2 – Perusteellinen esikäsitteily
- P3 – Erittäin perusteellinen esikäsitteily

Yleisimmin pinnat esikäsitellään sinko- tai hiekkapuhalluksella luokassa Sa 2 ja Sa 2½. Esikäsitelyn jälkeen rakenteet pintakäsitellään yleensä sinkittämällä tai maalaamalla. Pintakäsittelyn pääasiallinen tehtävä on korroosio- ja palosuojaus. Standardissa SFS-EN ISO 12944-5 on suorat valintataulukot suojamaaliyhdistelmille. (39.; 41.)

Standardi esikäsitelyaste <sup>1)</sup>	Esikäsitelymenetelmä	Edustavat valokuvaesimerkit standardissa ISO 8501-1 <sup>2) 3) 4)</sup>	Esikäsitelyjen pintojen olennaiset ominaisuudet: Lisätietoja käsittelyistä ennen pinnan esikäsitelyä ja sen jälkeen (sarake 2), ks. ISO 8501-1.	Soveltumisalue
Sa 1	Suihkupuhdistus (6.2.3)	B Sa 1 C Sa 1 D Sa 1	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup>	Pintojen esikäsitely  a) pinnoittamattomat teräspinnat;  b) pinnoitetut teräspinnat, jos pinnoitetta poistetaan siinä määrin, että määritelty puhtausaste saavutetaan. <sup>6)</sup>
Sa 2		B Sa 2 C Sa 2 D Sa 2	Suurin osa valssihilsestä, ruosteesta, maalipinnoitteista ja vieraasta aineesta on poistettu. Jäljellejäävien epäpuhtauksien on oltava tiukasti kiinni alustassa.	
Sa 2½		A Sa 2½ B Sa 2½ C Sa 2½ D Sa 2½	Valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines on poistettu. Jäljellejäävien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä täplien tai raitojen muotoisena värjäytymisenä.	
Sa 3 <sup>7)</sup>		A Sa 3 B Sa 3 C Sa 3 D Sa 3	Valssihilse, ruoste, maalipinnoitteet ja vieras aines on poistettu. Pinnan on oltava kauttaaltaan metallin värinen.	
St 2	Puhdistus käsityökaluilla tai koneellisesti (6.2.1, 6.2.2)	B St 2 C St 2 D St 2	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup>	
St 3		B St 3 C St 3 D St 3	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. <sup>5)</sup> Pinta on kuitenkin käsiteltävä hyvin paljon huolellisemmin kuin esikäsitelyasteessa St 2, jotta pintaan saataisiin metallialustan mukainen hohde.	
FI	Liekkipuhdistus (6.3)	A FI B FI C FI D FI	Irtonainen valssihilse, ruoste ja maalipinnoitteet sekä vieras aines on poistettu. Jäljellejäävien epäpuhtausjäämien tulee näkyä ainoastaan lievänä pinnan värjäytymisenä (eri värien sävyjä).	<sup>6)</sup>
Be	Happopeittaus (6.1.8)		Valssihilse, ruoste ja maalipinnoitejäämät on poistettu täydellisesti. Maalipinnoitteet on poistettava sopivalla menetelmällä ennen peittautta.	Esimerkiksi ennen kuumasinkitystä.

<sup>1)</sup> Käytetyt lyhenteet:  
Sa = suihkupuhdistus (ISO 8501-1)  
St = puhdistus käsityökaluilla tai koneellisesti (ISO 8501-1)  
FI = liekkipuhdistus  
Be = happopeittaus

<sup>2)</sup> A, B, C, D kuvaavat pinnoittamattoman teräspinnan alkuperäistä kuntoa (ks. ISO 8501-1).

<sup>3)</sup> Edustavissa valokuvaesimerkeissä esitetään ainoastaan pintoja tai pinta-aloja, jotka olivat aikaisemmin pinnoittamattomia.

<sup>4)</sup> Kun kysymyksessä ovat maalaamattomat tai maalatut teräksellä olevat metallipinnoitteet, voidaan sopia tiettyjen vakioesikäsitelyasteiden vastaavasta soveltamisesta edellyttäen, että nämä ovat teknisesti toteutettavissa kyseisissä olosuhteissa.

<sup>5)</sup> Valssihilseen katsotaan olevan tiukasti kiinni, jos sitä ei saada poistettua pyöristetyllä kittausveitsellä nostamalla.

<sup>6)</sup> Arviointiin vaikuttaviin tekijöihin on kiinnitettävä erikoista huomiota.

<sup>7)</sup> Tämä pinnan esikäsitelyaste voidaan saavuttaa ainoastaan määrättyissä olosuhteissa, joita kenties ei ole mahdollista saavuttaa rakennuspaikalla.

Taulukko 22. Teräsrakenteen pinnan esikäsitelyasteet (39.)

### 7.3 Puurakenteet

*SFS-EN 1995 + NA, SFS 5978, RIL 205-1-2009*

Suomessa käytettävät yleisimmät puurakennetyypit ovat sahatavara, pyöreä puutavara, liimapuu ja LVL (eli viilupuu, markkinanimiä mm. Kertopuu ja Kerto). Suomessa vähemmän käytetty CLT (cross-laminated timber) on massiivipuura-kenne, joka koostuu useista, toisiinsa nähden ristikkäin laminoiduista puusaumalevyistä. Puurakenteita suunnitellessa tulee huomioida eri materiaalien lisävaatimukset. Materiaalin osavarmuuskertoimet vaihtelevat eri materiaalien välillä. (42.)

Perusyhdistelmät:	
Sahatavara ja pyöreä puutavara yleensä	1,4
Havusahatavara, jonka lujuusluokka $\geq$ C35	1,25
Liimapuu, LVL	1,2
Puulevyt	1,25
Liitokset	*)
<b>Onnettomuusyhdistelmät</b>	<b>1,0</b>

**Taulukko 2.7** - Suomessa käytettävät materiaalien osavarmuusluvut  $\gamma_M$  (\* Liitoskestävyyden mitoitusarvon laskennassa käytetään liittyvän puutuotteen osavarmuuslukua  $\gamma_M$ . Mikäli liittimellä yhdistetään kahta tai useampaa puutuotetta, joilla on eri osavarmuusluku, käytetään liitoskestävyydelle näistä suurinta  $\gamma_M$ :n arvoa).

Taulukko 23. Puumateriaalien osavarmuuskertoimet (42.)

Materiaalien ja liitosten mitoituslujuuksien laskennassa käytetään kuorman keston ja kosteuden muunnoskertoimia  $k_{mod}$ . Pitkäaikaisen taipuman laskennassa käytetään virumalukua  $k_{def}$ . Puufon julkaisussa Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje on kattavat ohjeet puurakenteiden suunnittelun perusteille. (42.)

Kuorman aikaluokka	Kuormitukset
Pysyvä	Oma paino Pysyvästi rakenteeseen kiinnitetyt koneet, laitteet ja kevyet väliseinät Maanpaine
Pitkäaikainen	Varastotilojen tavarakuormat (luokka E), vesisäiliökuorma
Keskipitkä	Lumi Lattioiden ja parvekkeiden hyötykuorman pintakuormat luokissa A - D Autotallien ja liikennöintialueiden hyötykuormat (luokat F ja G) Kosteuden vaihtelun aiheuttamat kuormitukset
Lyhytaikainen	Portaiden hyötykuormat Hyötykuorman pistekuorma ( $Q_k$ ) Väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat Kunnossapito- tai henkilökuorma katolla (luokka H) Ajoneuvokuormat luokassa E Kuljetusvälinekuormat Asennuskuormat
Hetkellinen	Tuuli Onnettomuuskuorma

Taulukko 24. Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin (8.)

Materiaali	Käyttöluokka	Kuorman aikaluokka		
		Pysyvä	Keskipitkä	Hetkellinen
Sahatavara, Pyöreä puu, Liimapuu, LVL, Vaneri	1	0,60	0,80	1,10
	2	0,60	0,80	1,10
	3	0,50	0,65	0,90
Lastulevy P4 <sup>1)</sup> , OSB/2 <sup>1)</sup> , Kova kuitulevy EN 622-2	1	0,30	0,65	1,10
	2	0,20	0,45	0,80
Lastulevy P6 <sup>1)</sup> , OSB/3 ja OSB/4	1	0,40	0,70	1,10
	2	0,30	0,55	0,90
Puolikovat kuitulevyt: MBH.LA <sup>1)</sup> , MBH.HLS, MDF.LA <sup>1)</sup> ja MDF.HLS	1	0,20	0,60	1,10
	2	-	-	0,80

Taulukko 25. Kertoimen  $k_{mod}$  arvot (42.)

### 7.3.1 Toteutusluokka

#### SFS 5978

Puurakenteiden toteutusluokat ovat: TL1, TL2 ja TL3. Toteutusluokka määräytyy seuraamusluokan mukaan. (43.)

Toteutusluokan TL1 toteutuksessa noudatetaan SFS-EN 1995-1-1 standardin luvussa 10 esitettyjä sääntöjä sekä toteutusasiakirjoissa toteutukselle mahdollisesti asettuja lisävaatimuksia. Toteutusluokan valinta määritellään standardissa SFS 5978:

- CC1 ⇒ TL1 tai TL2
- CC2 ⇒ TL2 tai TL3
- CC3 ⇒ TL3

Seuraamusluokassa CC1 valitaan toteutusluokka 2, kun vaaratekijät normaalia suuremmat, rakenteen jänneväli yli 15 m pitkä tai korkeus yli 14 metriä. Seuraamusluokassa 2 valitaan toteutusluokka 3, kun erityisiä toteutuksessa erityisiä riskejä tai kerrosluku yli 3 tai korkeus yli 14 metriä.

### 7.3.2 Toleranssiluokka

*SFS 5978*

Puurakenteiden toteuttamisstandardissa määritellään kolme toleranssiluokkaa:

- Toleranssiluokka 3: Rakennusosat, joilta vaaditaan erityistä mittatarkkuutta ja joille asetetaan erityisen korkeat ulkonäkövaatimukset.
- Toleranssiluokka 2: Asuin-, liike- ja toimistorakennusten tai niitä vastaavien rakennusten rakennusosat. Luokka 2 on yleisimmin käytetty asennustarkkuusluokka.
- Toleranssiluokka 1: Hallirakennusten yms. tilojen rakennusosat, joille voidaan sallia luokkaa 2 alhaisemmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset.

Valmisosille määritellään erikseen valmistusluokat 1-3, joista luokka 1 on löyhin ja luokka 3 tiukin.

Elementtien valmistustoleransseihin liittyviä valmistusluokkia ovat 1, 2 ja 3. Näistä luokan 1 elementeissä on alhaisimmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset, joita käytetään esimerkiksi kylmissä varastoissa. Luokan 2 elementit ovat tyypillisesti enintään kaksikerroksisiin rakennuksiin. Luokassa 3 elementeiltä vaaditaan erityistä mittatarkkuutta, ja niille on asetettu korkeat ulkonäkövaatimukset. Valmistusluokan valintaan on esitetty materiaaliksi luokkien määrittelyt ja tyypilliset käyttökohteet. (43.)

### 7.3.3 Käyttöluokka

RIL 205-1-2009

Puurakenteiden käyttöluokka määräytyy ympäristön suhteellisen kosteuden perusteella. Käyttöluokka ja aikaluokka määrittävät muunnoskertoimen  $k_{mod}$ , joka vaikuttaa yhdessä materiaalin osavarmuuskertoimen kanssa rakennusosan kestävyyyteen eri mitoitustilanteissa. (44.)

- Käyttöluokassa 1 materiaalien kosteus on lämpötilaa 20 °C vastaava ja ilman suhteellinen kosteus nousee yli 65 % vain muutamana viikkona vuodessa. Luokassa 1 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä 12 %. Käyttöluokkaan 1 voidaan yleensä lukea myös lämpöeristekerroksessa olevat rakenteet sekä palkit, joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä.
- Käyttöluokassa 2 materiaalien kosteus on lämpötilaa 20 °C vastaava ja ilman suhteellinen kosteus nousee yli 80 % vain muutamana viikkona vuodessa. Luokassa 2 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä 20 %. Tähän käyttöluokkaan kuuluvat yleensä esimerkiksi rossipohjan ja kylmän ullakkotilan puurakenteet.
- Käyttöluokassa 3 ilmasto-olosuhteet johtavat suurempiin kosteusarvoihin kuin käyttöluokassa 2. Tähän käyttöluokkaan kuuluu ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena oleva puurakenne. Arvioitaessa puurakenteen säilyvyyttä käyttöluokka 3 jaetaan vielä kahteen erilaiseen kosteusaltistumisastetta kuvaavaan alaluokkaan (SFS-EN 335-1).

Materiaali	Käyttöluokka	Kuorman aikaluokka		
		Pysyvä	Keskipitkä	Hetkellinen
Sahatavara, Pyöreä puu, Liimapuu, LVL, Vaneri	1	0,60	0,80	1,10
	2	0,60	0,80	1,10
	3	0,50	0,65	0,90
Lastulevy P4 <sup>1)</sup> , OSB/2 <sup>1)</sup> , Kova kuitulevy EN 622-2	1	0,30	0,65	1,10
	2	0,20	0,45	0,80
Lastulevy P6 <sup>1)</sup> , OSB/3 ja OSB/4	1	0,40	0,70	1,10
	2	0,30	0,55	0,90
Puolikovat kuitulevyt: MBH.LA <sup>1)</sup> , MBH.HLS, MDF.LA <sup>1)</sup> ja MDF.HLS	1	0,20	0,60	1,10
	2	-	-	0,80

1) Saadaan käyttää vain käyttöluokassa 1

Taulukko 26. Muuntokertoimien  $k_{mod}$  arvot (42.)

### 7.3.4 Liimat

EN 301

Liimapuun valmistuksessa käytettävät liimatyypit ovat I ja II. Tyypin I liimaa voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa ja tyypin II liimaa voidaan käyttää vain säältä suojatuissa olosuhteissa. (45.)

## 8 Rakennusfysiikka

Rakennusfysiikka-osiossa kuvataan ensin rakennuspaikan ja rakennuksen sisäpuolen olosuhteita. Olosuhteissa kuvaillaan lämpötila- ja kosteusolot. Rakenteiden säilyvyyden ja sisäilman laadun kannalta rakenteita vaurioittavat kosteusperäiset seikat täytyy tutkia ja tunnistaa suunnittelun aikana. Parhaat alan julkaisut ovat RIL 107-2012 Rakennuksen veden- ja kosteudeneristysohjeet ja RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen.

### 8.1 Rakennuspaikan kosteusriskiluokka

RIL 250-2011

Hankkeen kosteusriskiluokka määritellään rakenteiden riskialttiuden mukaan ja luokka määrittää suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset, tarkastusten ja valvonnan laajuuden, laadunvarmistuksen ja seurannan.

Hankkeen vaativuus	Kosteusriskiluokka	Esimerkkejä
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativia.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennuksia (normaalimenettely). Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunniteltu käyttöikä elinkaari on normaalia lyhyempi (kevennetty normaalimenettely).

Taulukko 27. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä. (44.)

Kosteusriskiluokan mukaisesti valitaan kosteudenhallinnan menettelytaso. Menettelyt pitävät sisällään toimenpiteitä rakennuttamiseen ja projektinhallintaan,



suunnitteluun, toteutukseen ja valvontaan sekä ylläpitoon ja käyttöön. Tehostetussa menettelyssä toimijoiden riittävä pätevyys varmistetaan, suunnitelmat tarkastutetaan ulkopuolisella toimijalla, laadun- ja kosteudenhallintaan annetaan lisäohjeita ja tiedonkulkua eri osapuolten välillä tehostetaan.

**Kosteusriskiluokka R = 3:** Valitaan tehostettu menettely

**Kosteusriskiluokka R = 2:** Valitaan normaalimenettely, mutta erityisen kriittisiin kohtiin valitaan tehostettuja menettelytapoja

**Kosteusriskiluokka R = 1:** Valitaan normaalimenettely

Kosteusriskiluokan tarkempi määrittely löytyy julkaisun RIL 250-2011 liitteestä 3. Kosteusriskiluokan tarkempi määrittely perustuu hankkeen vaativuusluokkaan V ja vaurion seuraamustasoon S. (47.)

## **8.2 Kosteusluokka**

*RIL 107-2012*

Suomen olosuhteissa rakenteiden kosteusteknisessä mitoituksessa tulee ottaa huomioon talviaikainen sisäilman kosteuslisä. Kosteusluokkia on kolme ja luokka määräytyy rakennuksen tyypin mukaan. Kosteuskäyttäytyminen tulee ottaa huomioon myös rakennusaikaisissa sisäilman kosteudessa sekä jäähdytetyissä rakennuksissa. Rakennuksen eri osat voivat kuulua eri kosteusluokkiin. (46.)

**Taulukko 2.1.** Sisäilman kosteuslisän perusteella määritettyihin kosteusluokkiin kuuluvat rakennustyytit.

Kosteusluokka	Kosteuslisän mitoitusarvo talvella ( $T \leq 5\text{ °C}$ )	Rakennustyyppi <sup>3), 4)</sup>
1	$> 5\text{ g/m}^3$ <sup>1)</sup>	Kylpylät, uimahallit, laitoskeittiöt, pesulat, panimot, kirjapainot, kasvihuoneet, kostutetut tilat, ratsastusmaneesit, maatalouden tuotantorakennukset, eläinsuojat, teollisuuden kosteusrasitetut tilat
2	$5\text{ g/m}^3$	Asuinrakennukset, toimisto- ja liikerakennukset, hotellit ja majoitusrakennukset, ravintolat, kokoontumis- ja juhlatilat, opetusrakennukset ja päiväkodit, sairaalat ja hoitolaitokset, museot, liikuntahallit ja -tilat, jäähallit ja jäähdytetyt liikuntatilat <sup>5), 6)</sup> , kylmä- ja pakkashuoneet <sup>5), 6)</sup> , talviasuttavat vapaa-ajan asunnot
3	$3\text{ g/m}^3$ <sup>2)</sup>	Vapaa-ajan asunnot, puolilämpimät tai kylmillään olevat rakennukset, varastot ja säilytystilat, ajoneuvosuojat, tekniset tilat, väliaikaiset ja siirrettävät rakennukset

<sup>1)</sup> Kosteusluokan 1 rakennuskohteissa sisäilman kosteuslisä ja lämpötila on aina arvioitava kohdekohtaisesti erikseen mitoituksen yhteydessä. Kosteuslisä voi vaihdella rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen välillä 6–20 g/m<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Kosteusluokan 3 rakennuskohteissa kosteustekninen mitoitus tehdään käyttäen talvella kosteuslisän arvoa 3 g/m<sup>3</sup>, ellei voida luotettavasti osoittaa, että pienempikin kosteuslisä riittää tarkasteltavassa kohteessa.

<sup>3)</sup> Eri rakennustyyppisiin kuuluvia rakennuksia on lueteltu tarkemmin RakMK D3:ssa.

<sup>4)</sup> Rakennusta suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että rakennuksen käyttötarkoitusta saatetaan joskus myöhemmin muuttaa, jolloin myös sen kosteusluokka voi muuttua.

<sup>5)</sup> Jäähdytettävien tilojen kosteusluokkaa valittaessa on otettava huomioon, että sisäilman kosteuslisä voi nousta suureksi sisätilan mahdollisten lämpötilamuutosten yhteydessä. Jäähallit ja muut jäähdytetyt liikuntatilat, joiden lämpötila nostetaan ajoittain korkeaksi ja joita käytetään ajoittain kosteusluokan 1 mukaisissa tarkoituksissa, kuuluvat kosteusluokkaan 1.

<sup>6)</sup> Jäähdytettävien tilojen vaipparakenteiden mitoituksessa on otettava huomioon myös ulkoa sisälle päin siirtyvä vesihöyry, joka voi aiheuttaa kosteuden kondensoitumista ja homeen kasvulle otollisia olosuhteita lähellä rakenteen sisäpintaa.

## Taulukko 28. Kosteusluokan valinta (46.)

### 8.3 Vedeneristys

#### RIL 107-2012

Kuivana pito ja kuivattaminen ovat osa rakenteiden kosteusteknistä hallintaa. Rakenteita rasittaa sadevesi, ilmankosteus, kapillaarivesi maaperästä ja kosteus sisätiloista. Tärkeät tarkastelukohdat ovat läpiviennit, kaivot, liikuntasaumot, alusrakenteet ja riittävä tuuletus. Vedeneristeiden tulee olla huollettavissa tai vaihdettavissa.

Rakenteiden suunnittelu- ja toteutusasiakirjaan eritellään ulkopuolisten rakenteiden kosteuseristysmenetelmät sekä tavallisesta poikkeavat (muut kuin sani-teetti- ja kylpytilat, huoltotilat, keittiöt) vedeltä eristettävät kohdat.

*Yläpohjan vedeneristysrakenteista tehdään suunnitelmat, joissa esitetään työohjeiden lisäksi rakenteen kosteusteknisen toiminnan periaatteet ja tarvittavat*

*yksityiskohdat.* Yläpohjan vedeneristeellä tarkoitetaan pääasiassa vesikatetta. Erityisesti loivissa kattoissa käytetyt bitumikermikatteet jaetaan kolmeen ryhmään: VE40, VE80 ja VE80R. Lämmöneristeiden rasitusluokat ovat: R2 (normaali, kuten asuin- ja toimistotilat), R3 (raskas, kuten tavanomaiset teollisuustilat) ja R4 (poikkeuksellisen raskaiden olosuhteiden kuormittamat teollisuustilat).

Vedenpaineen alaisissa rakenteissa veden tunkeutuminen rakenteisiin tulee estää. Yleisimmät eristystavat ovat bitumikermi, vesitiivis betoni, massaeristeet ja bentoniittieristeet.

Rakennuksen sisäpuolisista tiloista annetaan hyvät ohjeet vedeneristysten tasosta (vedeneristys, höyrynsulku, muut menettelyt) lattioissa, seinissä ja katoissa eri käyttötarkoituksen mukaisten tilojen osalta.

Vedeneristysjärjestelmän CE-merkintä ei välttämättä takaa sen riittävyyttä suomalaisiin käyttökohteisiin, vaan niiden tulee täyttää tietyt vaatimukset. Eristysrakenteissa suositellaan käytettävän VTT:n sertifioimia vedeneristysjärjestelmiä. (46.)

#### **8.4 Kosteuden hallinta**

*RIL 107-2012, RIL 250-2011*

Kosteudenhallinnasta määritellään suunnittelun alkuvaiheessa menetelmät, joilla kosteuden siirtyminen rakenteisiin saadaan ehkäistyä. Työmaakohteesta laaditaan työmaan kosteudenhallinta-asiakirja (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (12.3.2015/216), 15 § Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö), joka sisältää kosteudenhallinnan tavoitteet, työohjeet, riskien kartoituksen, raja-arvot ja kuivumisen todentamisen. Rakenteen kosteusteknisessä suunnittelussa otetaan huomioon ulkopuolisen veden (sadevesi, lumi, maaperästä tuleva vesi) seuraukset rakenteille ja rakennusosille, pintakondenssi, veden käyttö ja vesihöyry sisätiloista, rakennuskosteus, kosteuden tiivistyminen ilmapuotojen ja diffuusion johdosta. Rakenteiden kuivumis- ja kosteudensietokyky tulee tutkia ja rakenteissa esiintyvä kosteus on oltava hallittu. Hallinta toteutetaan yleensä höyrynsululla, ilmansululla ja tuulensuojalla.

Kosteudenhallinnan menettelyt ovat normaali ja tehostettu menettely. Menettelytapoihin sisältyvät rakennusfysikaalisen suunnittelun eri tasot RF1-RF3. Menettelyt on esitelty julkaisussa RIL 250-2011, luvussa 2.8. (46.; 47.)

## **8.5 Radonin torjunta**

*RakMk D2, RIL 126-2009*

Suomalaisessa rakentamisessa tulee aina huomioida maaperästä tulevan radonin vaara. Radon on radioaktiivinen, hajuton ja mauton jalokaasu, jonka oletetaan nostavan syöpäriskiä olennaisesti. Radonin lähteinä on maaperä rakennuksen ympärillä, täytemaa, kallioperä ja talousvesi. Radonin pääsyn sisäilmaan tapahtuu yleensä ilmavirtausten mukana, diffuusiovirtauksena ja porakaivovedessä. Radonin estäminen perustuu maanvastaisten rakenteiden tiiveyteen, rakennuspohjan, ryömintätilan ja kellarin tuuletukseen ja ilmanvaihtoon sekä suunnitteluvaiheen ratkaisuihin. Jos painovoimainen rakennuspohjan tuuletus ei riitä, lisätään koneellinen poisto LVI-suunnitelmien mukaisesti.

Rakennusmääräyskokoelman osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto määrää radonin maksimiohjearvopitoisuudeksi 200 Bq/m<sup>3</sup>. Terveydelle haitallinen pitoisuus on yli 400 Bq/m<sup>3</sup>. (48.)

Rakennuskohteessa radonin torjuntatarve selviää yleensä vasta rakennuksen valmistuttua. Radonin poistamisen helpottamiseksi suositellaan radonputkiston asentaminen rakennusvaiheessa ja sen jättäminen painovoimaiseksi, ennen kuin radonmittaukset on suoritettu. Radonin poistolaitteiston rakentamisasteen määrittää kuntien rakennusvalvonnat. (49.)

## **8.6 Vedenpoiston hallinta**

*RIL 107-2012, RIL 126-2009*

Vedenpoisto käsittää yksinkertaisimmillaan katon vedenpoiston, pintavesien poiston ja salaojituksen. Vedenpoiston hallinta on osa rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua. Pintavesisuunnitelman laadinta kuuluu joko rakenne- tai pohjarakennesuunnittelijalle. (46.)

## 8.7 Lämmöneristävyys

*RIL 225, RakMk C4, D3*

Rakennuksen lämmöneristävyys määritellään lämmönläpäisykertoimen (U-arvo) avulla, yksikkö  $[W/(m^2K)]$ . Rakenteen U-arvo saadaan kokonaislämmönvastuksen käänteisluvusta. Lämpimille ja puolilämpimille rakenteille on määritelty erilliset U-arvovaatimukset. (3.)

Rakennusosa	Lämmin, erityisen lämmin tai jäähdytettävä kylmä tila	Puolilämmin tila
Seinä	0,17 $W/(m^2K)$	0,26 $W/(m^2K)$
Hirsiseinä (keskipaksuus väh. 180mm)	0,40 $W/(m^2K)$	0,60 $W/(m^2K)$
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 $W/(m^2K)$	0,14 $W/(m^2K)$
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17 $W/(m^2K)$	0,26 $W/(m^2K)$
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16 $W/(m^2K)$	0,24 $W/(m^2K)$
Ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	1,0 $W/(m^2K)$	1,4 $W/(m^2K)$

Taulukko 29. Lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot (RakMk D3 (2012)) (3.)

CE-merkinnällä varustetun lämmöneristeen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvona käytetään EN-standardien mukaan määritettyä lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoa. Muiden eristeiden suunnitteluarvona käytetään normaalisen lämmönjohtavuuden ( $\lambda_n$ ) arvoa, jotka on lueteltu erinäisille rakennusmateriaaleille Rakentamismääräyskokoelman osan C4 taulukossa 1. (50.)

Seinille, lattialle, katolle, ikkunoille ja oville määritellään erilliset raja-arvot. Vertailuarvot voi raja-arvoon asti ylittää, jos kokonaislämmöneristävyys pystytään näyttämään muilla keinoin, esimerkiksi tasauslaskennalla.

Käytönaikainen kosteudenhallinta liittyy omalta osaltaan lämmöneristävyyteen ja on yhtä tärkeä laskentakohta. Monesti laskenta suoritetaan vesihöyrynläpäisevyyden ja kolmen päivän kylmimmän keskilämpötilan mukaan, jolloin selvitetään kosteuden tiivistymisriskikohdat. Tällainen laskenta on hyvin karkea, eikä ota huomioon ilmansuuntia, aurinkomääriä, rakenteiden käytönaikaista kosteuskäyttäytymistä tai kuivumista. Nykyaikaiset laskentaohjelmistot (kuten WUFI)

pystyvät simuloimaan pitkäaikaista rakenteiden kosteuskäyttäytymistä ja sillä voidaan varmistaa rakenteiden terveinä pysyminen.

## **8.8 Äänitekniset vaatimukset**

*RakMk C1, ohjeet RIL 129, RIL 243, SFS 5907*

Rakennusmääräyskokoelman osio C1 määrittää asuinhuoneistojen ääneneristysvaatimukset ja LVIS-laitteiden aiheuttamalle äänitasoille ja huoneakustiikalle vähimmäistason. Standardissa SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus annetaan ohjeet eri käyttötarkoitusten mukaisille rakennuksille ääneneristyksen suhteet. Tilojen akustisen luokituksen mukaiset vaatimukset on määritelty standardissa asuntojen, majoitustilojen, vanhusten palvelutalojen, toimistojen, koulujen, päiväkotien ja terveydenhoitoalan rakennusten osalta. Huomioitavat seikat ovat äänitaso, huoneistoakustiikka (jälkikaiunta-aika, puheensiirtaindeksi), ilmaääneneristävyys ja askelääneneristävyys. Toteutuksessa vaadittavat askel- ja ilmaääneneristävyys esitetään rakennetyypeissä.

## **9 Muut rakennesuunnittelun asiakirjat**

*RIL 229-1-2013*

Rakennesuunnittelun tuottamiin asiakirjoihin kuuluu monia muita asiakirjoja piirustusten ja laskelmien lisäksi. Yhteisesti muiden suunnittelijoiden kanssa laadittavat asiakirjat ovat rakennustapa- ja rakennusselostus. Rakennesuunnittelijan tehtävänä on laatia materiaaliikohtaiset runkotyöselostukset sekä runkoa täydentävien rakenteiden työselostukset.

Rakennuksen käyttöön liittyvä käyttö- ja huolto-ohje (eli huoltokirja, asukaskansio) ja rakennuksen elinkaarisuunnitteluun liittyvät selostukset ja asiakirjat (kuten ympäristöselostus) kuuluu osaltaan rakennesuunnittelijan yhdessä muiden suunnittelijoiden kanssa laadittaviin asiakirjoihin. Muita dokumentteja, joissa rakennesuunnittelija on osalaatijana, ovat työturvallisuuden asiakirjat (työturvallisuusliite), urakkarajaliite, elementtien asennussuunnitelma, kosteudenhallintasuunnitelma ja hankkeen riskinhallinta-asiakirjat. (1.)

## 10 Pohdinta

Työn lopputuloksena oli yksinkertainen taulukko, jonka sisältö muokataan käsin ja rivien lisäys ja poisto tapahtuu manuaalisesti. Pohja on muotoiltu A4-tulosteiden mukaiseksi sisältäen nimiösivun. Raportti toimii samalla ohjeena suunnittelun lähtötietojen syöttöön. Alkuperäisenä ajatuksena oli luoda älykäs pohja, johon tiedot syötettäisiin erillisten ikkunoiden ja alavetovalikkojen kautta. Kuormien syöttö olisi tapahtunut erillisestä valintaikkunasta, joka automaattisesti yksilöi kuormat ja ehdottaa niille eurokoodin mukaista vakioarvoa. Ohjetekstien valinta olisi valittu valmiista vakiolauseista, jotka käyttäjä muokkaa käyttötarkoitusten mukaisesti. VBA-ohjelmointiosaamisen puutteen vuoksi tästä ajatuksesta luovuttiin ja työ toteutettiin yksinkertaisena asiakirjapohjana.

Eurokoodin käyttö ei ollut aivan yksinkertaista, sillä samanaikaisesti luettaessa sekä eurokoodia tuli rinnalla lukea kansallista liitettä ja tarkistaa, miten kansallisesti asiaa tulkitaan, eroavatko arvot tai onko kyseinen kohta käytössä ollenkaan Suomessa. Eurokoodien ja standardien maksullisuudessa on vaarana se, ettei suunnittelija osta lisenssiä. Eurokoodi on kokonaisuudessaan paljon vaikeampilukuinen kuin vanha käytössä ollut rakennusmääräyskokoelma, mutta yhdistysten suunnitteluohjeiden avulla käyttö on helppoa.

Asiakirjapohja otettiin heti käyttöön ja todettiin käyttökelpoiseksi rakennuskohteessa. Lähtötietojen laajuus oli riittävä ja täyttöohje sisältää viittaukset kulloinkin käytettävään standardiin, lakiin ja ohjeeseen. Alkuperäisessä tavoitteessa onnistuttiin.

## Kuvat, kuviot ja taulukot

### Kuvat

- Kuva 1. Erityismenettelyn toimenpiteet ja niiden ajoitus (RIL 241-2007, s.23, Kuva 7), s. 17
- Kuva 2. Hallirakennuksen painesuhteita (Puuinfo: EC 5 Sovelluslaskelmat: Hallirakennus, ote kuvasta 10), s. 29
- Kuva 3. Lumikuorman ominaisarvo maan pinnalla (SFS-EN 1991-1-3 + NA), s.30

### Kaaviot

- Kaavio 1. Lait, asetukset, standardit ja täydentävät ohjeet. (RIL 229-1-2013 kuva 2.1, s. 25)

### Kaavat

- Kaava 1. Pienennystekijä  $\alpha_n$  (SFS-EN 1991-1-1 NA, kohta 6.3.1.2(11)), s. 27
- Kaava 2. Pienennystekijä  $\alpha_A$  (SFS-EN 1991-1-1 NA, kohta 6.3.1.2(10)), s. 27

### Taulukot

- Taulukko 1. Seuraamusluokat (6.), s. 11
- Taulukko 2. Seuraamusluokat onnettomuusrajatilassa (7.), s. 12
- Taulukko 3. Rakennusten ja rakenneosien ohjeellisia suunnittelukäyttöiä (SFS-EN 1990-1, taulukko 2.1), s. 14
- Taulukko 4. Riskitasoluokka, seuraamusluokka ja vaativuusluokka. (RIL 241, s. 17, Kuva 5.), s. 16
- Taulukko 5. Riskitasoluokat (R) (RIL 241, s.17, Taulukko 1), s. 17
- Taulukko 6. Geoteknisen luokan valintataulukko. (RIL 254-2011, kuva 2.1, s.29), s. 20
- Taulukko 7. Paalutustyöluokat tavanomaisessa rakentamisessa (RIL 254-1-2011, taulukko 4.18), s. 21
- Taulukko 8. Taipumien raja-arvot (SFS-EN 1993-1-1 NA taulukko 7.1 (FI)), s. 22
- Taulukko 9. Hyötykuormien kuormaluokat (SFS-EN 1991-1-1, taulukko 6.2), s.25
- Taulukko 10. Hyötykuormien ominaisarvot Suomessa (SFS-EN 1991-1-1 NA, taulukko 6.2 (FI)), s. 26
- Taulukko 11. Vaakakuormat (SFS-EN 1991-1 NA, taulukko 6.12 (FI)), s. 26



- Taulukko 12. Eri maastotyyppien yhteydessä käytettävät kertoimen  $C_e$  suositeltavat arvot (SFS-EN 1991-1-3, taulukko 5.1(FI))
- Taulukko 13. Ajoväylän yläpuolella tai vieressä olevia rakenteita tukeviin rakenteisiin ajoneuvon törmäyksestä aiheutuvat ohjeelliset ekvivalentit staattiset mitoituskuormat talorakenteille (SFS-EN 1991-1-7 NA, taulukko 4.1(FI)), s.32
- Taulukko 14. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien suositeltavat raja-arvot (SFS-EN 206, taulukko F.1), s. 37
- Taulukko 15. Yleisimmin käytetyt raudoiteteteräkset, s. 38
- Taulukko 16. Betonipeitteen vähimmäisarvo (by201 Betonitekniiikan oppikirja 2004, taulukko 6.6), s.38
- Taulukko 17. Käyttöluokat (SFS-EN 1090-2 + A1, taulukko B.1), s. 39
- Taulukko 18. Tuotantoluokat (SFS-EN 1090-2 + A1, taulukko B.2), s. 40
- Taulukko 19. Toteutusluokan valinta (SFS-EN 1090-2 + A1, taulukko B.3), s. 40
- Taulukko 20. Ilmastorasitusluokat (SFS-EN ISO 12944-2, taulukko 1), s. 41
- Taulukko 21. Ympäristöluokat (SFS-EN ISO 12944-2, taulukko 2), s. 42
- Taulukko 22. Teräsrakenteen pinnan esikäsittelyasteet (SFS-EN ISO 12944-4, liite A), s. 42
- Taulukko 23. Puumateriaalien osavarmuuskertoimet (Eurokoodi 5 Lyhennetty suunnitteluohje), s. 43
- Taulukko 24. Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin (SFS-EN 1995-1-1 NA, taulukko 2.2(FI)), s. 45
- Taulukko 25. Kertoimen  $k_{mod}$  arvot (Puuinfo: Eurokoodi 5 Lyhennetty suunnitteluohje), s. 45
- Taulukko 26. Muuntokertoimien  $k_{mod}$  arvot (Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Taulukko 3.1), s. 47
- Taulukko 27. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä. (RIL 250-2011, taulukko 2.1), s. 48
- Taulukko 28. Kosteusluokan valinta (RIL 107-2012, taulukko 2.1), s. 50
- Taulukko 29. Lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot (RakMk D3 (2012)), s. 53

## Lähteet

1. RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje (tekstiosa). 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
2. Maankäyttö- ja rakennuslaki, §2-5. 132/1999
3. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto
4. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1 (2011) Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. 2011. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto
5. SFS-EN 1991-1-2 + AC. 2012. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleistä. Puurakenteiden palomitoitus.
6. SFS-EN 1990 + A1 + AC. 2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Liite B: Luotettavuuden hallinta rakennuskohteissa.
7. SFS-EN 1991-1-7 + AC. 2007. Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-7: Yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat.
8. SFS-EN 1995-1-1 + A1 + AC. 2008. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
9. RIL 216-2013 Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. 2013. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
10. Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määrittämisestä. 214/2015
11. Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista. YM1/601/2015
12. RIL 241-2007 Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen. Eri-tyismenettelyn soveltamisohje. 2007. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
13. SFS-EN 1992-1-1 + AC. 2005. Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Liite A: Materiaaliosavarmuuslukujen muuttaminen
14. SFS-EN 1992-1-1 NA. 2009. Kansallinen liite SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.
15. SFS-EN 1997 + NA. 2007. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1997-1 Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu. Osa 1- Yleiset säännöt.
16. RIL 254-2011 Paalutusohje 2011 PO-2011. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
17. Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista. 465/2014
18. Rakennusjärjestelmät. Elementtisuunnittelu.fi.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat>

19. SFS-EN 1991-1-2 + AC. 2012. Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.
20. Jäykistysjärjestelmät. Elementtisuunnittelu.fi.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennuksen-jaykistys/jaykistysjarjestelmat>
21. Valtioneuvoston asetus väestönsuojista. 408/2011
22. Sisäministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta. 506/2011
23. SFS-EN 1997-1-7 NA. 2009. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-7 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-7: Yleiset kuormat. Onnettomuuskuormat.
24. SFS-EN 1991-1-1 NA. 2007. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-1 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, omapaino ja rakennusten hyötykuormat.
25. SFS-EN 1991-1-4 + AC + A1. 2011. Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Yleiset kuormat. Tuulikuormat.
26. SFS-EN 1991-1-3 + AC. 2004. Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat
27. SFS-EN 1991-1-3 NA. 2007. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-3 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat.
28. Eurokoodin soveltamisohje. Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet - NCCI 1. 2014. Liikennevirasto.
29. RIL 201-1-2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
30. RIL 201-2-2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
31. by50 Betoninormit 2012. 2011. Suomen Betoniyhdistys r.y.
32. SFS-EN 206. Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimuksenmukaisuus. 2014. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
33. Eurokoodien käyttöönotto, tiedote 4.9.2014. Ympäristöministeriö.
34. SFS 13670. Betonirakenteiden toteutus. 2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
35. by201 Betonitekniikan oppikirja 2004. 2011. Suomen Betoniyhdistys r.y.
36. SFS-EN 1090-2 + A1. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS
37. SFS-EN 10080. Hitsattavat betoniteräkset. Yleiset vaatimukset. 2005. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
38. Betoniteräkset. A500HW:lle vaihtokelpoinen hitsattava harjateräslaatu B500B. Tiedote, 18.5.2009. Hietanen, Tauno, Betonikeskus ry.

- 39. SFS-EN ISO 12944. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. 1998. Suomen Standardisoimisliitto SFS
- 40. SFS-EN ISO 5817. Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsausluokat. 2014. Suomen Standardisoimisliitto SFS
- 41. ISO 8501-3. Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 3: Preparation grades of welds, edges and other areas with surface imperfections. 2006. International Organization for Standardization
- 42. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Kolmas painos. 2011. PUUINFO OY
- 43. SFS 5978. Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt. 2014. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- 44. RIL 205-2009 Puurakenteiden suunnitteluohje. 2009. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 45. EN 301. Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load bearing timber structures, classification and performance requirements. 2013
- 46. RIL 107-2012 Rakennuksen veden- ja kosteudeneristysohjeet. 2012. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 47. RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 48. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. 2011. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto
- 49. RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 2009. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 50. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C4 (2003) Lämmöneristys. Ohjeet. 2003. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto

REVISIO	PÄIVÄMÄÄRÄ	MUUTOS	SUUNNITTELIJA

K.OSA XXX	KORTTELI/TILA XXX	TONTTI/Rno.	RAKENNUSLUVAN TUNNUS		
RAKENNUSTOIMENPIDE XXX			PIIRUSTUSLAJI		JUOKSEVA NRO
RAKENNUSKOHDE XXX			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MK
LOGO			RAKENTEIDEN SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN PERUSTEET		
			SUUN.ALA RAK	TYÖNRO - PIIR.NRO XXXXX	MUUTOS
			PÄIVÄYS XXX	SUUNNITTELIJA XXXXX	VAST.SUUN. XXX

## RAKENTEIDEN SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN PERUSTEET

### 1. PERUSTIEDOT

#### Yleistiedot

Työnumero	XXX
Tilaaaja	XXX
Kohde	XXX
Rakennuspaikka	XXX, 00000 xxx kaupunginosa XXX, kortteli XXX, tontti XXX
Pääasiallinen käyttötarkoitus	Asuinrakennus. Kellarikerroksessa sijaitsee pysäköinti- ja varastotiloja. Ylimmäisessä kerroksessa on teknistä tilaa.

Bruttopinta-ala (SFS 5139)	6500 brm <sup>2</sup>
Kerrospinta-ala (SFS 5139)	6120 kem <sup>2</sup>
Tilavuus	182000 m <sup>3</sup>
Kerrosluku	8 maanpäällistä kerrosta
Kokonaiskorkeus	28 m maanpinnasta
Energiatohokkuusluokka	C
Ilmavuotoluku	$q_{50} = 2 \text{ m}^3/(\text{h}, \text{m}^2)$

#### Rakenteet

Pääasiallinen rakennusmateriaali	Teräsbetoni
Pääasiallinen rakennustapa	Betonielementit, ontelolaatasto
Palonkestovaatimus (SFS-EN 1991-1-2)	R60 - runkorakenteet, osin R90
Seuraamusluokka (SFS-EN 1990 + NA)	CC2 - kantava runko CC1 - kevyet julkisivut
Luotettavuusluokka (SFS-EN 1990 + NA)	RC2 - kantava runko RC1 - kevyet julkisivut
Rakennushankkeen vaativuusluokka V ja riskitasoluokka R (RIL 241)	R = 1 V = 1
Suunnittelukäyttöikä	100 v - perustukset ja runkorakenteet 50 v - julkisivut ja täydentävät rakenteet
Rakennesuunnittelun vaativuus (YM2/601/2015)	vaativa - kantavat rakenteet, betoni, teräs ja puu tavanomainen - julkisivuelementit ja täydentävät rakenteet
Suunnitelmien laadunvarmistus	Kantavien rakenteiden osalta (vaativa) laadunvarmistuksen suorittaa projektin ulkopuolinen henkilö laatu järjestelmän mukaisesti. Muut suunnitelmat projekti-insinöörin toimesta.
Betoniteräksen osavarmuuslukujen pienentämismahdollisuuden käyttö (SFS-EN 1992-1-, kohta A.2.1 + NA)	Ei käytetty

### 2. RAKENNEJÄRJESTELMÄN KUVAUS

Maaperä	Täyttömaata meren rannalla.
---------	-----------------------------

Geotekninen luokka (SFS-EN 1997 + NA)

Perustamistapa

Paalujen mitoitus (SFS-EN 1997 + NA)

Paalutustyöluokka (RIL 254 PO-2011)

Paalujen kapasiteetit

Pilarit

Seinät

Vaakarakenteet

Tekninen tila

Jäykistävät rakenteet

Liikuntasaumat

Julkisivut

Väliseinät

Vesikatto

Väestönsuoja

Parvekkeiden teräskateet

GL2

Rakennus perustetaan pääosin kallion ja pieneltä osin teräs- ja osin teräsporapaalujen varaan paikanpäällä tehdyille teräsbetonianturoille.

DA2

PTL3

RRs170/10:

Suurin paalukuorma ominaiskuormille = 948 kN.

RDs 170/10:

Suurin paalukuorma ominaiskuormille = 948 kN.

Teräsbetonipilarit, elementti

Kantavat seinät teräsbetonielementtejä

Ontelolaatasto

Ylimmän kerroksen tekninen tila elementtirunkoinen

Kantavat teräsbetoniseinät toimivat jäykistävänä rakenteena

Ei tarvetta liikuntasaumoille asuinrakennuksessa

Julkisivut ovat ohutrapattuja ja osin paikallamuurattuja sisäkuori- ja sandwichelementtejä

Asuntojen väliset seinät ovat teräsbetonisia elementtejä. Huoneistojen sisäiset väliseinät ovat kevytrakenteisia elementtejä, paikalla tehtyjä kipsiseiniä, kalkkihiekkatiileistä tai harkosta muurattuja seiniä.

Vesikatto on konesaumattu peltikatto, joka on kannatettu kattotuoleilla. Yläpohja on ontelolaatasto ja puhallusvilla

S2-luokan väestönsuoja

(sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta 10.5.2011/506)

Teräskateet vakiotuotteita

### 3. SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSJÄRJESTELMÄ

Kantavat rakenteet suunnitellaan eurokoodien SFS-EN 1990, SFS-EN 1991, SFS-EN 1992 ja SFS-EN 1997 sekä näiden standardien Suomen kansallisten liitteiden mukaan. Jatkuvan sortuman estäminen toteutetaan SFS-EN 1991-1-7 + NA + NCCI:n luokan 2(b) mukaisesti.

Täydentävät rakenteet suunnitellaan rakenteeseen soveltuvien eurokoodien ja tuotestandardien ja muiden hyväksyntäasiakirjojen mukaan.

Muut kohteessa sovellettavat määräykset ja ohjeet: katso luvut 5-8.

### 4. LASKENTAMENETELMÄT

#### 4.1 Stabiilitetti

Rakennuksen stabiilitetin ja jäykistävien rakenneosien rasitusten laskennassa on käytetty tarpeen mukaan FEM-ohjelmistoa (XXX). FEM-mallit on laadittu liikuntasaumojen rajaamien lohkojen mukaisesti.

Jatkuvan sortumisen estämiseksi noudatetaan menettelyä, jossa jokainen rungon väli- ja yläpohja varustetaan sen ympäri kiertävillä rengassiteillä ja toisiaan vastaan kohtisuorilla sisäpuolisilla siteillä. Lisäksi jokainen pilari ja seinä varustetaan jatkuvalla sidonnalla perustuksista yläpohjan tasalle.

#### 4.2 Rakenneosien mitoitus

Runkorakenteiden rasitukset on otettu FEM-laskennan tuloksista ja varmennettu karkealla käsilaskennalla. Mitoitus on tehty XXX-laskentapohjia käyttäen.

Taipuisien palkkien osalta ontelolaattojen kestävyys tarkistetaan elementtitehtaan / ontelolaattasuunnittelijan toimesta.

Laskelmissa esitetään myös rakennusosan yksilöintitiedot ja laskennassa käytetyt kuormat / kuormayhdistelmät

Punossuunnittelija mitoittaa ontelolaatat rakennesuunnittelijan kuormatietojen perusteella.

##### 4.2.1 Rakenneosien sallitut taipumat

Tasojen palkit L/300 pitkäaikaikuormilla

Tasojen laatat L/300 pitkäaikaikuormilla

Julkisivujen vaakataipumat L/400 lyhytaikaikuormilla

Lasirakenteita kannattelevat matalapalkit mitoitetaan siten, että:

- Asennusaikainen taipuma julkisivun painon sisältävästä pysyvästä kuormasta on enintään L/500 tai korkeintaan 10 mm
- Julkisivun asennuksen jälkeinen kokonaistaipuma saa olla enintään 10 mm

##### 4.2.2 Erillisohjeet liittopilarien mitoitukseen

Edellä mainittujen yleisten kantavan rungon mitoitusperiaatteiden lisäksi liittopilarien suunnittelussa noudatetaan seuraavia ohjeita:

1. Liittopilarin mitoituksessa käytetään MRT:ssa ja palotilanteiden epäkeskisyytenä:
  - Pilarin päässä normaalivoiman epäkeskisyys on 10 mm
  - Lisäksi pilareiden kaarevuus L/300 kun raudoitussuhde on enintään 3 %, tai L/200, kun raudoitussuhde on enintään 6 %
2. Palkkien asennustilanteessa syntyneet pysyvät epäkeskisyydet otetaan huomioon pilarien mitoituksessa sauvanpäämomentteina.

#### 4.3 Rakennusfysikaaliset laskelmat

Yksinkertaisemmat rakennetyyppien kosteus- ja lämpötekniset laskelmat on tehty käyttäen XXX standardeja ja vaativimmat kosteustekniset laskelmat lasiseinien ja kellarirakenteiden osalta on tehty käyttäen DOF-Lämpö -ohjelmistoa. Laskelmilla on varmistettu rakenteiden toimivuus kaikkina vuodenaikoina sekä rakennuksen sisäpuolisen että ulkopuolisen kosteuden osalta.

## 5. KUORMITUKSET

SFS-EN 1991-1-1 + NA, ohjeet RIL 201

#### 5.1 Rakennuspohjan kestävyys

Suoraan kallion varaisesti

3 MN/m<sup>2</sup> pohjatutkimuksen mukaisesti

Massanvaihdon varaisesti

250 kN/m<sup>2</sup> pohjatutkimuksen mukaisesti



## 5.2 Pysyvät ja muuttuvat tasokuormat

SFS-EN 1991-1-1 + NA

### Tasojen pysyvät kuormat pääosin:

- Ontelolaatta 370 saumattuna	$g_{EK} = 5,1 \text{ kN/m}^2$
- Ontelolaatta 265 saumattuna	$g_{EK} = 3,8 \text{ kN/m}^2$
- Ontelolaatta 200 saumattuna	$g_{EK} = 2,6 \text{ kN/m}^2$
- g1= pintabetoni 90 mm, 1.-8. kerros	$g_{1,EK} = 2,25 \text{ kN/m}^2$
- g2= tasausbetoni	$g_{2,EK} = 2,25 \text{ kN/m}^2$
- g3= vesikaton pintarakenteet	$g_{3,EK} = 1,0 \text{ kN/m}^2$
- g4= pintarakenteet	$g_{4,EK} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

### Tasojen, parvekkeiden ja portaiden hyötykuormat:

- q1= asunnot	$q_{1,EK} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A
- q2= porrashuoneet	$q_{2,EK} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A
- q3= myymälätilat	$q_{3,EK} = 4,0 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka D1
- q4= varastotilat	$q_{4,EK} = 7,5 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka E1
- q5= IV-konehuone	$q_{5,EK} = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- q6= parvekkeet	$q_{6,EK} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ , kuormaluokka A
- q7= lumikuorma	$q_{7,EK} = 2,2 \text{ kN/m}^2$
- Q1= parvekekaidekuorma	$Q_{1,EK} = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- q8= muu kuorma	$q_{8,EK} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

### Liikennöintialueiden hyötykuormien kuormaluokat SFS-EN 1991-1-1 NA mukaisesti:

- Liikennekuorma	$q_{EK} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ , $Q = 20 \text{ kN}$ , kuormaluokka F
- Liikennekuorma	$q_{EK} = 5 \text{ kN/m}^2$ , $Q = 90 \text{ kN}$ , kuormaluokka G
- Liikennekuorma (tikasauto)	$q = 10 \text{ kN/m}^2$ tai $Q = 215 \text{ kN}$ (tukijalka)

## 5.3 Tuulikuormat

SFS-EN 1991-1-4 + NA ja RIL 201

Maastoluokka

Tuulenpaine

III

$q_p(Z) = 1,24 \text{ kN/m}^2$  rakennuksen korkeudella 28 m, ohiajavan junan painekuormat EN 1991-2 kohdan 6.6 mukaan

Rakennekerroin

$c_s c_d = 1,0$

Voimakerroin

$c_f = 1,45$  rakennuksen poikkisuuntaan (d/b 2,25)

(RIL 201-1-2008, kuva 5.2S)

$c_f = 1,1$  rakennuksen pituussuuntaan (d/b 0,45)

## 5.4 Lumikuormat

SFS-EN 1991-1-3 + NA

Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo

$s_{EK} = 2,75 \text{ kN/m}^2$

Tuulensuojaisuuskerroin

$C_e = 1,0$

Lämpökerroin

$C_t = 1,0$

## 5.5 Erikoiskuormat

Torninosturi tulee kantavan pohjalaatan päälle, jota on vahvistettu ja lisäpaalutettu torninosturin toimittajilta tulleiden kuormitusten mukaan. Käytön ja huollon aikana esiintyy lisäksi lumen kasauksesta, nostokoreista ja nostureista aiheutuvia kuormia, jotka on suunnittelussa otettava huomioon

## 5.6 Törmäys- ja onnettomuuskuormat katuliikenteestä

SFS-EN 1991-1-7 + NA

### Törmäyskuormat katuliikenteestä

$F_{dx} = 500 \text{ kN}$ ,  $F_{dy} = 250 \text{ kN}$ , taajamien tiet ja kadut  
 $F_{dx} = 75 \text{ kN}$ ,  $F_{dy} = 75 \text{ kN}$ , pihat ja autotallit, joihin pääsy  
kuorma-autolla

### Törmäyskuormat päällysrakenteeseen

$F_{dx} = 250 \text{ kN}$ , taajamien tiet ja kadut  
 $F_{dy} = 75 \text{ kN}$ , pihat ja autotallit

## 5.7 Pelastusteiden kuormat

Pelastusteiden kuorma

$q_{min} = 20 \text{ kN/m}^2$

Pelastusajoneuvon tukijalan aiheuttama pistekuorma

$Q_{min} = 215 \text{ kN}$

## 5.8 Maanpaine ja maanpaine

Maanvastaiset rakenteet mitoitetaan lepopaineelle

Maan tilavuuspaine

$21 \text{ kN/m}^3$

Kitkakerroin

$\phi = 38^\circ$

Maanpainelaskelmissa huomioidaan tiivistyslisä

$q = 16 \text{ kN/m}^2$

## 5.9 Vedenpaine

Mitoittava pohjaveden korkeus +68,400 vedenpainetta ja nostetta laskettaessa.

Rakenteet suunnitellaan vesitiiviiksi tasoon +68,400 .

# 6. MATERIAALIOMINAISUUDET

## 6.1 Betonirakenteet

RIL 202, Betonirakenteiden suunnitteluohje

Totetutusluokka (SFS-EN 13670)

3

Toleranssiluokka (SFS-EN 13670)

2

Elementtirakenteiden toleranssit noudattaen Betoniteollisuus ry:n julkaisua

Betonielementtien toleranssit 2011

### Betonirakenteiden rasitusluokat:

SFS-EN 206-1

Betonielementit

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| - anturat                      | XC2, XS1 |
| - kellarikerroksen lattia      | XC3, XD1 |
| - kellarin pilarit ja seinät   | XC3      |
| - betonirakenteet sisätiloissa | XC1      |
| - väliseinät ja välipohjat     | XC0      |
| - parvekkeet                   | XC4, XF3 |

### Rauditus

- |                         |            |
|-------------------------|------------|
| - hitsattava harjatanko | T = A500HW |
|-------------------------|------------|

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| - ruostumaton harjatanko | E = B600KX         |
| - verkot                 | # = B500B SFS 1300 |
| - verkot                 | K = B500K SFS 1257 |

## 6.2 Teräsrakenteet

*TRY, Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus*

Toteutusluokka (SFS-EN 1090-2)	EXC2
Toleranssiluokka (SFS-EN 1090-2)	1
Teräsrakenteiden rasitusluokat (SFS-EN ISO 12944-2)	
- sisätiloissa	C1
- ulkotiloissa	C3
Teräslaadut (SFS-EN 10025)	
- putkiprofiilit	S355J2H
- kuumavalssatut profiilit	S355J2G4
- kylmämuovattut profiilit	S355J2G3
- levyt ja hitsatut profiilit	S355J2G3
Hitsausluokka (SFS-EN ISO 5817)	C, ellei piirustuksissa toisin mainita
Pintakäsittely (SFS-EN ISO 1461)	kuumasinkitys

## 6.3 Puurakenteet

*RIL 205, Puurakenteiden suunnitteluohje*

Toteutusluokka (SFS 5978)	TL2
Toleranssiluokka (SFS 5978)	2
Käyttöluokka (RIL 205)	I
Liimat (EN 301)	liimatyypit I ja II

# 7. RAKENNUSFYSIKKA

## 7.1 Olosuhteet

**Rakennushankkeen kosteusriskiluokka** R = 2  
(RIL 250-2011)

### Rakennuspaikan olosuhteet

Maaperä on savea ja silttiä. Rakennuksen eteläosassa kallio on lähellä kaivuutasoa. Merenpinta vaihtelee tasojen -0,400...+0,400 välillä. Maaperässä on haitallinen määrä PAH-yhdisteitä, mikä edellyttää massanvaihtoa.

### Rakennuksen sisäpuoliset olosuhteet

Rakennus kuuluu kosteusluokkiin 2 ja 3 (RIL 107-2012, taulukko 2.1). Rakennuksen kellarikerroksessa sijaitsevat varastotilat kuuluvat kosteusluokkaan 3. Rakennuksen muut tilat kuuluvat kosteusluokkaan 3.

Kellarin pysäköintitilat ovat lämmittämättömät. Olosuhteet vaihtelevat talven +5 °C/35 % ja kesän +20 °C/90 % välillä. Ylempien kerrosten tiloissa olosuhteet vaihtelevat talven +20 °C/25 % ja kesän +28 °C/80 % välillä.

## 7.2 Vedeneristyksen

*Ohjeet RIL 107*

Rakennuksen yläpohja on tuulettuva peltikate. Vedeneristeenä käytetään parvekkeiden katoissa ja seinissä CE-merkittyjä kumibitumikermejä. Läpiviennit tulee pystyä tiivistämään luotettavasti laipoituksin. Autohallin pohjaratkaisu on vesitiivis.

### 7.3 Kosteuden hallinta

#### *Ohjeet RIL 107*

Kellarin kantavien seinien ja pilareiden ja alapohjalaatan/perustusten väliin tulee kapillaarikatko. Pilareiden ja seinien alapäiden sivut käsitellään kapillaarinousun estävällä pinnoitteella valmiin lattiapinnan korkeudelle asti.

Vierekkäisten ja päällekkäisten keveiden julkisivuelementtien höyrynsulkumuovikalvot yhdistetään yhtenäiseksi tiiviiksi kalvoksi. Julkisivuelementit on suunniteltava tuulen aiheuttaman vedenpaineen sietäväksi.

Katso asiakirja Työmaan kosteudenhallintaohje.

### 7.4 Vedenpoiston hallinta

#### *Ohjeet RIL 107*

Rakennuspohja salaojitetaan. Naapurikiinteistöt huomioidaan salaojituksessa, kuten perusvesiselvityksessä on esitetty.

Katon vedenpoisto suunnitellaan johdettavaksi pinta- eli kulutuskerrosta myöten pois. Vettä ei päästetä vedeneristykseen asti, vaan pintarakenteet ja kaivojen sijainti suunnitellaan siten, että pääosa pinnan päälle tulevasta vedestä johdetaan suoraan sadevesijärjestelmään. Vedeneristyksen päällä käytetään salaojamattoja.

### 7.5 Lämmöneristävyys

#### *Ohjeet RIL 225*

Kohteessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman kohtia D3 ja C4 Lämmöneristys.

- Yläpohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K
- Ulkoseinät	0,17 W/m <sup>2</sup> K
- Alapohja	0,16 W/m <sup>2</sup> K
- Ikkunat ja ovet	1,0 W/m <sup>2</sup> K

Lämmöneristeenä käytetään CE-merkittyjä tuotteita.

### 7.6 Äänitekniset vaatimukset

#### *RakMk C1, ohjeet RIL 129, RIL 243*

Tieliikenteen aiheuttaman runkomelun takia katualueen kantavat rakenteet erotetaan liikuntasaumoilla muusta rungosta.

Radan suunnan vaipalle ja sen nurkka-alueille on otettava huomioon ulkoinen liikennemelutaso 70 dB, ei vaatimuksia muilla sivuilla. Vaatimukset tarkennetaan ääniteknisessä selvityksessä.

Ilmaaäneneristävyys tilojen välillä 44 dB, ovet 25 dB

### 7.7 Radonin torjunta

#### *RIL 126*

Rakennuspohja varustetaan radoninkeruuputkistolla. Kohteelle suoritetaan radonpitoisuuden mittaus.

## 8. MUUT PERUSTEET JA VAATIMUKSET

Rakenteisiin tarvittavat kaide- ja muut työnaikaiset kiinnitysvaraukset tulee tehdä Vna 205/2009 mukaan.

Katolle varataan kiinnityspollarit huoltolaitteita varten. RakMk F2.

## 9. MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

### 9.1 Suunnittelustandardit

#### Mitoitusstandardit ja kansalliset liitteet

SFS-EN 1990 Eurokoodi 0 + NA: Rakenteiden suunnitteluperusteet

SFS-EN 1991-1 Eurokoodi 1 + NA: Rakenteiden kuormat, osat 1-7

SFS-EN 1992-1: Eurokoodi 2 + NA: Betonirakenteiden suunnittelu, osat 1-2

SFS-EN 1993-1: Eurokoodi 3 + NA: Teräsrakenteiden suunnittelu, osat 1-11

SFS-EN 1994-1-1: Eurokoodi 4 + NA: Betoni-teräs-liittorakenteiden suunnittelu, osat 1-2

SFS-EN 1995-1-1: Eurokoodi 5 + NA: Puurakenteiden suunnittelu, osat 1-2

SFS-EN 1996-1-1: Eurokoodi 6 + NA: Muuratujen rakenteiden suunnittelu, osat 1-2

SFS-EN 1996-2: Eurokoodi 6 + NA: Muuratujen rakenteiden suunnittelu. Osa 2: Muuratujen rakenteiden materiaalien valinta ja työsuoritus

SFS-EN 1996-3: Eurokoodi 6 + NA: Muuratujen rakenteiden suunnittelu. Osa 3: Muuratun rakenteen yksinkertaistetut laskentamenetelmät

SFS-EN 1997-1: Eurokoodi 7 + NA: Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt

### 9.2 Toteutus- ja tuotestandardit

Mikäli suunnittelulle tuotteelle on olemassa NAS, tuodaan tämä selkeästi esiin suunnitelmissa, jotta hankintatoimi ei epähuomiossa hanki Suomeen soveltumattomia tuotteita.

#### Betonirakenteet

SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteutus

SFS-EN 5975 Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa

SFS-EN 206-1 + A1 + A2 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimuksenmukaisuus

SFS 7022 Betoni. Standardin SFS-EN 206-1 käyttö Suomessa

SFS 7014 Betonisille ulkokuorielementeille asetetut vaatimukset

SFS-EN 1168 Ontelolaatat

SFS 7016 Ontelolaatoille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

SFS 7026 Betonivalmisosilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

SFS-EN 13369 Betonivalmisosien yleiset säännöt

SFS-EN 13224 Betonivalmisosat. Ripalaattaelementit

SFS-EN 13225 Betonivalmisosat. Pilari- ja palkkielementit

SFS-EN 14992 Betonivalmisosat

#### Teräsrakenteet

SFS-EN 10025 Kuumavalssatut teräsrakenteet, osat 1-6

SFS-EN ISO 5817 Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat

SFS-EN 1090 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osat 1-3

SFS-EN ISO 12944 Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osat 1-8.

SFS-EN ISO 1461 Valurauta- ja teräskappaleiden kuumasinkkipinnoitteet. Spesifikaatiot ja testausmenetelmät

SFS-EN 10210 Kuumamuovatut seostamattomista teräksistä ja hienoraeteräksistä valmistetut rakenneputket. Osat 1-2

SFS-EN 10219-1 Kylmämuovatut hitsatut seostamattomista teräksistä ja hienoraeteräksistä valmistetut rakenneputket. Osat 1-2.

SFS-EN 10164 Terästuotteet parannetuin paksuussuuntaisin murtokuroumaominaisuuksin. Tekniset toimitusehdot

### **Puurakenteet**

SFS 5978 Puurakenteiden toteutus

SFS-EN 14081-1 Puurakenteet. Lujuusluokiteltu poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoinen rakennuspuutavara. Osa 1: Yleiset vaatimukset

SFS-EN 14080 Puurakenteet. Liimapuu. Vaatimukset

SFS-EN 390 Liimapuu. Dimensiot. Sallitut mittapoikkeamat

SFS-EN 14250 Puurakenteet. Tuotevaatimukset naulalevyliitoksien kootuille tehdasvalmisteisille rakenteellisille elementeille

SFS 7002 Puulevyiltä eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

### **Muuratut rakenteet**

SFS-EN 771 Muurauskappaleiden spesifikaatiot

SFS-EN 998-1 Laastien spesifikaatiot. Osat 1-2

SFS 7001 Muuratuilta tuotteilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

### **9.3 Ohjeet**

BY 40 BETONIRAKENTEIDEN PINNAT

BY 45 BETONILATTIAT 2002

BY 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2007

RIL 107 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohje

RIL 121 Pohjarakennusohjeet

RIL 126 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus

RIL 201 osat 1-2 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodi

RIL 202 Betonirakenteiden suunnitteluohje. Eurokoodi

RIL 205 Puurakenteiden suunnitteluohje. Eurokoodi

RIL 206 Muurattujen rakenteiden suunnitteluohje

RIL 207 Geotekninen suunnittelu. Eurokoodi

RIL 223 Lyöntipaalausohje LPO-2005 Teräsbetoni- ja puupaalut

RIL 230 Pienipaalausohje PPO-2007 Teräksiset lyönti-, pora- ja puristuspaalut

RIL 250 Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen

TRY Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus, Eurocode 3 -oppikirja

TRY Liittorakenteiden suunnittelu ja mitoitus, Eurocode 4 -oppikirja BY58

## RAKENTEIDEN SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN LÄHTÖTIEDOT - LISÄSIVUT LISÄÄ TARVITTAESSA

### 5.7 Junan aiheuttamat onnettomuuskuormat

*Noudatetaan Liikenneviraston ohjeita 23/2010 "Eurokoodien sovellusohje, siltojen*

<b>Vaihteeton alue</b>	$F_{dx} = 1000 \text{ kN}, F_{dy} = 0 \text{ kN}$
<b>Vaihdealue</b>	$F_{dx} = 4000 \text{ kN}, F_{dy} = 1500 \text{ kN}$
<b>Vaihdealueen pituus</b>	$L = v^2/80 = 320 \text{ m}$

Edellä olevista kuormista vähennetään edellä mainittujen ohjeiden sallimat lievennykset se

- Yllä mainittujen taulukkoarvojen interpolointi, kun  $120 \text{ km/h} < v < 200 \text{ km/h}$
- $> 55 \text{ cm}$  korkea laiturirakenne  $\Rightarrow -50 \%$
- Rakennusosarivin ulommaisten rakenteiden väliset pilarit lähimpinä raidetta 1  $\Rightarrow -50 \%$

Lähimpänä raidetta 1 sijaitsevien pystyrakenteiden mitoitustörmäyskuormat koko

- Perusarvo  $F_{dx} = 3000 \text{ kN}$  raiteen suuntaan
- Perusarvo  $F_{dy} = 1125 \text{ kN}$  raidetta vastaan kohtisuoraan :

Kun huomioidaan edellä mainitut sallitut vähennykset, saadaan rataa lähimmän pilaririvin

$$F_{dx} = 1500 \text{ kN raiteen suuntaan}$$

$$F_{dy} = 563 \text{ kN raidetta vastaan kohtisuoraan su}$$

Kaikille muille raidetta lähinnä olevan julkisivulinjan reunapilareille ja seinille käytetään

$$F_{dx} = 750 \text{ kN raiteen suuntaan}$$

$$F_{dy} = 282 \text{ kN raidetta vastaan kohtisuoraan su}$$

Kaikki edellä mainitut kuormat vaikuttavat vain yhteen rakenneosaan kerrallaan, ja

### 6.2 Jänneteräket ja ankkurit

Kohteessa käytetään tartunnattomia punoksia.

- lujuusluokka  $f_{p0.2k}/f_{puk} = 1640/1860 \text{ N/mm}^2$
- valmistus keskuslanka ja 6 ulkopuolista lankaa
- halkaisija  $15,7 \text{ mm}$
- pinta-ala  $A_p = 150 \text{ mm}^2$

Kohteessa käytetään CE-merkittyjä ja ETA-hyväksynnän saaneita ankkureita.

### 7.7 Dynaamiset vaatimukset

Tärinä	Tärinäselvityksen mukaan rataliikenteet
Amplitudit	Taajuuden ollessa alle $14 \text{ Hz}$ ,
Kiihtyvyydet	Jatkuvan tärinän ja taajuuden ollessa yli $14$
Tärinäselvityksen mukaan mukaan rataliikenteen tärinän siirtyminen maan pintakerrosten	

#### 4.2.2 Erillisohteet matalapalkkien mitoittukseen

Edellä mainittujen yleisten kantavan rungon mitoitusperiaatteiden lisäksi matalapalkkien

1. Käyttörajaatilassa ominaisyhdistelmän kuormilla laskettu suurin sallittu taipuma on enintään standardin SFS-EN 1993-1-1 tai SFS-EN-EN 1994-1-1 kansallisten liitteiden mukainen.
2. Kohdan 1 lisäksi palkin taipuma tulee rajoittaa Betoninormikortin 18 suosituksen mukaisesti niin, että taipuma saa olla enintään  $L/600$  saumavalujen kovettumisen jälkeen tuleville kuormille (joita ovat esimerkiksi pintabetonin omapaino, muu pysyvä kuorma ja hyötykuorma). Ko. taipumaa laskettaessa otetaan huomioon taipuman pitkäaikaisosuus pysyvien kuormien vaikuttaessa.
3. Lasirakenteita kantavat matalapalkit mitoitetaan niin, että:
  - Asennusaikainen taipuma julkisivun painon sisältävästä pysyvästä kuormasta on enintään  $L/500$  tai korkeintaan 10 mm
  - Julkisivun asennuksen jälkeinen kokonaistaipuma saa olla enintään 10 mm
4. Matalapalkin leukojen leveyden on oltava vähintään 165-170 mm, jotta vinopäisille ontelolaatoille saadaan riittävä tukipinta
5. Betoninormikortin BNK 18 mukaisesti matalapalkkien ylälaippa on varustettava vaarnoilla, jos ontelolaatan pään poikittaista leikkauskestävyyttä parannetaan pintabetonin rauditusverkolla. Vaarnat tulee mitoittaa niin, että ne kestävät pintabetonin ja palkin ylälaipan välillä esiintyvän leikkausvuon maksimiarvon. Vaarnoina voidaan käyttää esim. palkin yläpintaan hitsattuja harjateräslenkkejä.
6. Termorankarakenteisia julkisivuelementtejä kantavat matalapalkit mitoitetaan niin, että julkisivun asennuksen jälkeinen kokonaistaipuma on enintään  $L/1000$  tai 10 mm, määräävä on edellä mainituista raja-arvoista tiukempi ja L on palkkia tukevien pystyrakenteiden välinen etäisyys (esim. pilareiden moduuliväli).



LIITE 13

Rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio			
			Pvm: 23 3 2016
<b>Yleistiedot</b>			
Kohteen nimi	XXX		
Rakennuttaja	XXX		
Omistaja/käyttäjä	XXX		
Pääsuunnittelija	XXX		
Vastaava rakennesuunnittelija	XXX		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinrakennus		
Kohteen tilavuus ja pinta ala	br-m3 br-m2		
Rakennuksen runkojärjestelmä (materiaalit, rakenteet)	Perustaminen mv anturoille irtilouhitun kallion tai sen päälle tehdyn mursketäytön varaan. Kantavat huoneistojen väliset väliseinät Mv/ontelolaatta alapohja. Väl- ja yläpohjat ontelolaattaa		
<b>Vahinkojen seuraamukset</b>			
<b>Mahdolliset vahingot ja niiden kuvaus:</b>			
- henkilövahingot		Seuraamusluokka S1 (1-3):	1
- ympäristövahingot		Seuraamusluokka S2 (1-3):	1
- taloudelliset vahingot		Seuraamusluokka S3 (1-3):	1
			<b>Seuraamusluokka S (1-3):</b> 1
<b>Hankkeen vaativuus</b>			
<b>V1. Suunnittelun ja/tai toteutuksen kannalta vaativia rakenteita ovat:</b>			
	ON	EI	Tarkennus:
- rakenteet, joissa on suuri jänneväli, esim.		X	
- kupoli- tai kaarikatto, jänneväli yli 20 m		X	
- esivalmistettu rakenne, jänneväli yli 25 m (betoni, puu) tai 36 m (teräs)		X	
- muu paikalla valmistettu rakenne, jänneväli yli 15 m		X	
- korkea rakennus: yli 8 krs. (betoni- tai teräsrak.) tai 3-4 krs. (puurakennus)		X	
- tavanomaisesta poikkeava liittorakenne		X	
- vakavuussuunnittelun osalta erityisen vaativa		X	
- muu vaativa erikoisrakenne, esim.		X	
- uusi rakenne tai liitos, joista ei ole käyttökokemusta		X	
- vaativa liitos, esim. sisältää piiloon jääviä liitososia		X	
- muu riskialtis rakenne (myös ei-kantava)		X	
- vaativat pohjarakennusolosuhteet		X	
- rakennushanke on erittäin vaativa Rak Mk A1 kohdan 3.2.1 ohjeen mukaan		X	
			<b>Vaativuus V1 (1-3):</b> 1
<b>V2. Vaativia kuormitustilanteita</b>			
	ON	EI	Tarkennus:
- suuret epäsymmetriset kuormat raskaat kuormat		X	
- suuret pistekuormat		X	
- suuret dynaamiset kuormat		X	
- suuret kuormitusvaihtelut ja törmäyskuormat		X	
- vaativat lumi- ja tuulikuormat, esim. rakennuksen muodon takia		X	
			<b>Vaativuus V2 (1-3):</b> 1
<b>V3. Teknisesti vaativa käytön, huollon ja ulkoisten olosuhteiden kannalta</b>			
Kuvaus: Rakennuttajan kiinteistöhuollosta vastaavat ovat tarkistaneet suunnitelmat. Ei ole havaittu tavallisuudesta poikkeavia ratkaisuja huollon ja käytön kannalta. Perustamisolosuhteet ovat normaalia haastavammat. Perustusolosuhteet on käyty huolellisesti läpi kohteen pohjasuunnittelijan kanssa			
			<b>Vaativuus V3 (1-3):</b> 2
<b>V4. Vaativa hankkeen tiedonhallinnan ja organisaation kannalta</b>			
Kuvaus: Rakennushanke toteutetaan normaalissa aikataulussa. Hankkeessa käytettävät ratkaisut ovat yleisesti käytettyjä ja koeteltuja.			
			<b>Vaativuus V4 (1-3):</b> 1
			<b>Vaativuusluokka V (1-3):</b> 1
			<b>Riskitasoluokka R (1-3)</b> 1
<b>Erityismenettelyn tarve (ks. ohje, taulukko 1) ja ehdotus toimenpiteiksi:</b>			
Kohteessa käytettävät ratkaisut ja toimintamallit ovat tavanomaisia ja koeteltuja.			
<b>Lomakkeen täyttäjä ja tehtävä:</b> XXX			